

COMBUSTIBLES RENOVABLES: POTENCIAL Y LÍMITES AL DESARROLLO ENDÓGENO DE LOS BIOCARBURANTES. EL CASO ESPECÍFICO DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

COMBUSTIBLES RENOVABLES: POTENCIAL Y LÍMITES AL DESARROLLO ENDÓGENO DE LOS BIOCARBURANTES. EL CASO ESPECÍFICO DE LA

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID	1
INDICE DE GRÁFICOS.....	3
INDICE DE TABLAS.....	5
INDICE DE RECUADROS	6
INDICE DE ILUSTRACIONES	6
CUESTIONARIO.....	6
RESUMEN.....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	9
I.1. Planteamiento y objetivos	9
I.2. Hipótesis de trabajo.....	12
I.3. Fuentes de datos y Metodología.....	13
I.3.1. Fuentes para el análisis	13
I.3.2. Metodología de investigación	15
I.4. Estructura y contenidos.....	17
I.5. Recapitulación	18
II. MARCO TEÓRICO	19
II.1. El papel de la energía en la economía: estado del arte.....	19
II.1.1. La energía y el desarrollo económico	19
II.1.2. Los efectos de la economía sobre el medio ambiente	21
II.2. Revisión de la literatura relativa a biocarburantes	25
II.3. El desarrollo endógeno y su oportunidad en este análisis	29
II.4. Recapitulación	33
III. ESTADO DE LA CUESTIÓN	34
III.1. Conceptos: terminología y definiciones	34
III.2. Coyuntura internacional de los carburantes	38
III.2.1. Carburantes convencionales	38
III.2.2. Eficiencia energética y energía renovable	39
III.3. Los biocarburantes: un análisis comparado.....	40
III.3.1. Situación global, evolución reciente y previsiones.....	41
III.3.2. Análisis del impacto asociado a la producción y consumo de biocarburantes	45
III.3.3. Posiciones internacionales relativas al sector biocarburantes.....	58
III.4. Reglas de juego: efectos de la regulación normativa europea	64
III.5. Recapitulación	68
IV. EL SECTOR BIOCARBURANTES EN ESPAÑA	70
IV.1. Coyuntura del sector en España	70
IV.1.1. Contexto energético español	70
IV.1.2. Instituciones y energía renovable: el marco normativo del sector en España	71
IV.1.3. Producción y consumo de biocarburantes en España	76
IV.1.4. Problemas y perspectiva del sector en España	81

IV.2. Posición de organismos españoles	85
IV.2.1. Sector Público	85
IV.2.2. Sector Privado	87
IV.3. Recapitulación.....	88
V. LOS BIOCARBURANTES EN EL ÁMBITO AUTONÓMICO: EL CASO ESPECÍFICO DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID	90
V.1. Los carburantes en las Comunidades Autónomas	90
V.2. Análisis interautonómico: un enfoque descriptivo	93
V.2.1. Análisis Factorial, Componentes Principales y Clúster	93
V.2.2. Resultados: el interés de la Comunidad de Madrid	104
V.3. La Comunidad Autónoma de Madrid: energía aplicada al sector transporte.....	107
V.3.1. La normativa en el ámbito de la energía: reglas del juego en la Comunidad de Madrid	108
V.3.2. Coyuntura energética de la Comunidad Autónoma de Madrid.....	113
V.3.3. Los biocarburantes en la Comunidad Autónoma de Madrid	115
V.4. Estimación del potencial del sector biocarburantes en la Comunidad de Madrid	119
V.4.1. Agroenergética: cultivos energéticos y residuos agroforestales	120
V.4.2. Residuos municipales	124
V.4.3. Síntesis del potencial de producción de biocarburantes en la CAM.....	129
V.5. Avances en la investigación	131
V.6. Relación sinérgica potencial en torno al sector biocarburantes en la Comunidad de Madrid.....	133
V.6.1. Interacción sectorial.....	134
V.6.2. Red sinérgica del sector biocarburantes en la CAM	139
V.7. Matriz DAFO de los biocarburantes en la CAM	141
V.8. Recapitulación	145
VI. APLICACIÓN DEL MÉTODO DELPHI AL SECTOR BIOCARBURANTES EN LA CAM	148
VI.1. Objeto de estudio y grupos de interés participantes	148
VI.1.1. <i>Stakeholder</i> o agentes contemplados en el estudio.....	149
VI.2. Cuestionario y análisis de respuestas	156
VI.2.1. Descripción de la muestra	156
VI.2.2. Análisis del cuestionario: “Oportunidades locales para el desarrollo endógeno de los biocarburantes en la C.A. de Madrid”	158
VI.2.3. Interpretación de resultados	175
VI.2.4. Fiabilidad de los resultados	184
VI.3. Recapitulación.....	184
VII. CONCLUSIONES.....	187
VII.1. Discusión de las conclusiones: resultados frente a hipótesis	187
VII.2. Respuesta a las cuestiones planteadas.....	190
VII.3. Conclusión General	192
VII.4. Líneas futuras de investigación.....	194
VIII. ANEXOS	195
ANEXO 1. Al Epígrafe I.....	195
ANEXO 2. Al Epígrafe II.....	196
ANEXO 3. Al Epígrafe III	199
ANEXO 4. Al Epígrafe IV	203
ANEXO 5. Al Epígrafe V	214
ANEXO 6. Al Epígrafe VI.....	227
IX. SIGLAS Y ACRÓNIMOS	281
X. BIBLIOGRAFÍA	284

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Desarrollo endógeno	31
Gráfico 2. Productividad de cultivos	37
Gráfico 3. Producción mundial de biocarburantes, 2012-2021	41
Gráfico 4. Producción mundial de etanol. Total y por regiones	42
Gráfico 5. Producción mundial de biodiésel. Total y por regiones	43
Gráfico 6. Capacidad de producción estimada de biocarburantes avanzados	45
Gráfico 7. Cuota de mercado real de biocarburantes en España, 2009-2014	79
Gráfico 8. Balance de biocarburantes en España, 2013-201480	
Gráfico 9. Estimación de emisiones asociadas al consumo de biocarburantes en España por efecto ILUC, 2011 y 2020.....	82
Gráfico 10. Consumo de productos petrolíferos y biocarburantes por CCAA, 2013	91
Gráfico 11. Capacidad instalada, producción asignada y consumo de biocarburantes por CCAA	92
Gráfico 12. Gráfico tridimensional de Dispersión y Dendograma	103
Gráfico 13. Capacidad instalada, producción asignada y consumo de biocarburantes en las regiones del Cluster	105
Gráfico 14. Consumo y generación de energía en la CAM	107
Gráfico 15. Consumo de biocarburantes en la CAM, 2007-2013.....	116
Gráfico 16. Generación de biocarburantes en la CAM, 2000-2013.....	117
Gráfico 17. Red sinérgica virtual del sector biocarburantes en el marco del Sistema Regional de Innovación de la CAM	139
Gráfico 18. Incidencia de valores perdidos por ámbito	159
Gráfico 19. Frecuencias por ámbitos	161
Gráfico 20. Frecuencias por grupos stakeholder	161
Gráfico 21. Relaciones intersectoriales biocarburantes CAM	174
Gráfico 22. Respuestas apoyadas (4, 5) y rebatidas (1, 2, 3), por ámbitos	176
Gráfico 23. Respuestas totales y apoyadas (4, 5) por ámbitos	176
Gráfico 24. Medidas no consensuadas, por ámbito	177
Gráfico 25. Medidas rebatidas (1, 2 y 3) por ámbitos	182
Gráfico 26. Consumo energético y de productos petrolíferos en la CAM	195
Gráfico 27. Ahorro emisiones GEI en cultivos para producir biocarburantes en España	196
Gráfico 28. Uso de la tierra en países abastecedores de materias primas para fabricar biocarburantes en UE, 2010.....	197
Gráfico 29. Estimación del Cambio de Uso de la Tierra (ILUC) asociado al aumento de demanda de biocarburantes en 2020 en la UE	197
Gráfico 30. Estimación de emisiones GEI por uso de biocarburantes en 2020 en la UE, considerando ILUC	198
Gráfico 31. Precio de los alimentos, según los principales productos agrícolas, y producción de biocarburantes, 2004-2014	198
Gráfico 32. Producción y consumo mundiales de petróleo, 2002-2014	199
Gráfico 33. Emisiones mundiales GEI de combustibles fósiles, 1900-2013	199
Gráfico 34. Producción y consumo de energía en UE28, 2003-2014.....	199
Gráfico 35. Producción y consumo biocarburantes UE27, 2008-2013.....	200
Gráfico 36. Bioetanol y biodiésel en UE27	200
Gráfico 37. Biocarburantes certificados como sostenibles, 2014.....	202
Gráfico 38. Producción y consumo de energía por productos y sectores en España, 2003-2014.....	203
Gráfico 39. Intensidad energética en España, 2000-2014	203
Gráfico 40. Consumo de productos petrolíferos en España, 2003-2015204	
Gráfico 41. Producción de electricidad en España por combustibles, 2014	204
Gráfico 42. Estimación de contribución de biocarburantes para alcanzar los objetivos vinculantes de renovables en el consumo bruto de energía final en el transporte, 2020	206
Gráfico 43. Producción biodiésel y bioetanol UE y España	206
Gráfico 44. Capacidad instalada de biocarburantes en España	206
Gráfico 45. Reparto de cuotas de biodiésel en España, según RD. 24/02/2014	207
Gráfico 46. Instalaciones de producción de bioetanol/bioETBE en España, 2013.....	207
Gráfico 47. Consumo biodiésel y bioetanol UE y España.....	207
Gráfico 48. Empleo del sector de las renovables por tecnologías en España, 2005-14.....	208
Gráfico 49. Aportación de renovables y biocarburantes al PIB en España, 2007-14	208

Gráfico 50. Emisiones GEI totales y debidas al transporte en España, 1990-2014	208
Gráfico 51. Asignación de la producción de biodiesel en España, 2014-2015.....	209
Gráfico 52. Comparativa interautonómica de las variables seleccionadas, 2013	214
Gráfico 53. Indicadores relativizados regiones clúster: Navarra, CAM y País Vasco	218
Gráfico 54. Consumo de energía final en la CAM, 2000-2013	219
Gráfico 55. Consumo de combustibles sector transporte, CAM y CCAA	219
Gráfico 56. Generación energía Comunidad de Madrid. Potencia eléctrica instalada CCAA	219
Gráfico 57. Autoabastecimiento energético en la CAM y España, 2000-2014	220
Gráfico 58. Emisiones GEI en la CAM y España, 1990-2013	220
Gráfico 59. Emisiones GEI en la CAM por sectores, 1990 y 2013	220
Gráfico 60. Evolución parque móvil EMT-CAM según tipo de carburante, 2006-2013.....	221
Gráfico 61. Evolución parque móvil EMT-CAM según Directivas, 2008-2013	221
Gráfico 62. Consumo de biocarburantes en CAM, 2007-2013	221
Gráfico 63. Precio de los carburantes en España y en la CAM	222
Gráfico 64. Distribución comarcal superficie agrícola CAM por ocupación suelo	223
Gráfico 65. Biomasa residual agroforestal disponible en la CAM	223
Gráfico 66. Gestión de RM en la CAM, 2004-2013.....	224
Gráfico 67. Gasto en I+D por CCAA, 2014	226
Gráfico 68. Cuestionario: valores perdidos por ámbito	271
Gráfico 69. Cuestionario: frecuencias de respuestas por ámbitos	272
Gráfico 70. Cuestionario: histogramas de frecuencias y curvas de normalidad por ámbito	274
Gráfico 71. Cuestionario: medianas y rango intercuartílico por ámbito	275
Gráfico 72. Cuestionario: mediana y rango intercuartílico por sectores	276

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Biocarburantes, tecnologías, materias primas y subproductos	35
Tabla 2. Clasificación de biocarburantes según composición y mezcla	357
Tabla 3. Ventajas asociadas a los biocarburantes	487
Tabla 4. Reducción emisiones GEI (enero a diciembre 2015)	48
Tabla 5. Normas europeas sobre emisiones para turismos	67
Tabla 6. Objetivos de mezcla de biocarburantes con carburantes convencionales establecidos por la normativa española	79
Tabla 7. ACP: Varianza total explicada	99
Tabla 8. Matriz de Componentes Rotados	100
Tabla 9. Matriz de Correlación interfactorial	102
Tabla 10. Generación de energía en la CAM 2013 y objetivos del Plan Energético Regional en 2012 ...	114
Tabla 11. Producción potencial y consumo de biocarburantes en la CAM, 2013	129
Tabla 12. Matriz DAFO de sector biocarburantes en la CAM	142
Tabla 13. Organismos participantes en la investigación	157
Tabla 14. Categorías Likert	158
Tabla 15. Rango intercuartílico <2.....	163
Tabla 16. Posiciones corporativas de los stakeholder sobre biocarburantes	164
Tabla 17. Posiciones sobre biocarburantes de los stakeholder obtenidas a partir del cuestionario	168
Tabla 18. Correlaciones intersectoriales para los biocarburantes en la CAM	173
Tabla 19. Medidas de apoyo al sector biocarburantes en la CAM	179
Tabla 20. Medidas rebatidas o que han alcanzado escaso apoyo en el sector biocarburantes de la CAM	183
Tabla 21. Valores típicos y por defecto de reducción de emisiones para biocarburantes producidos sin cambios en el uso del suelo	196
Tabla 22. Plantas productoras de biocarburantes avanzados en UE	200
Tabla 23. Objetivos de biocarburantes para transporte en países productores	201
Tabla 24. Cuota de energía renovable en el transporte para España, 2005-2020	205
Tabla 25. Medidas específicas para el sector biocarburantes (PANER 2011-2020)	205
Tabla 26. Factores emisión CO2 biocarburantes	209
Tabla 27. Matriz de Correlación Pearson	216
Tabla 28. Matriz de Correlación Pearson (sin variables: redcar, oleagprop, cereaprop y balelec)	217
Tabla 29. Rendimientos agroenergéticos para producir biocarburantes	222
Tabla 30. Producción potencial de biodiesel a partir de cultivo de cardo en la CAM por comarcas agrícolas	223
Tabla 31. Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid, 2006-2016.....	224
Tabla 32. Biorresiduos según lista europea de residuos (LER), biorresiduos en la CAM, y estimación de biocarburantes a partir de fracción orgánica de residuos en la CAM	225
Tabla 33. Algunos proyectos de investigación bioenergética en la CAM	226
Tabla 34. Mejoras relacionadas con el uso de biocarburantes	226
Tabla 35. Organismos inicialmente contactados para el cuestionario	227
Tabla 36. Organismos participantes en la investigación	228
Tabla 37. Presentación del cuestionario para recogida de respuestas	266
Tabla 38. Cuestionario: tablas sintéticas de respuestas	269
Tabla 39. Cuestionario: análisis de dispersión por ámbito	277
Tabla 40. Medidas apoyadas en relación al sector biocarburantes en la CAM según los agentes sociales consultados	279
Tabla 41. Medidas menos apoyadas o rebatidas en relación al sector biocarburantes en la CAM por los agentes sociales consultados	279
Tabla 42. Jerarquización de medidas consensuadas para impulsar el sector biocarburantes CAM, por ámbitos	280

INDICE DE RECUADROS

Recuadro 1. Clasificación de biocarburantes avanzados	202
Recuadro 2. Posición organismos públicos sobre biocarburantes	210
Recuadro 3. Posición organismos privados sobre biocarburantes	212
Recuadro 4. Posiciones de stakeholder contemplados en el estudio	230
Recuadro 5. Preguntas eliminadas del análisis por no haber alcanzado consenso	278

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Producción potencial de biodiesel a partir de cultivo de cardo en la CAM por comarcas agrícolas	123
Ilustración 2. Región Metropolitana Policéntrica Madrileña	132
Ilustración 3. Demanda energética de la Comunidad de Madrid	195

CUESTIONARIO

Cuestionario 1. “Energía y desarrollo endógeno: el potencial de los biocarburantes en la Comunidad Autónoma de Madrid”	241
--	-----

RESUMEN

El impulso a la utilización de biocarburantes para sustituir en cierta proporción a los productos petrolíferos se apoya fundamentalmente en su capacidad para diversificar la matriz energética, y por tanto la dependencia de terceros países, pero también en la de reducir las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI). Este aspecto representa uno de los mayores avales para la utilización de biocarburantes en el transporte, lo que justifica la apuesta por la sostenibilidad de estos productos, carácter más propio de los denominados avanzados, que frente a los biocarburantes convencionales garantizan un origen no competitivo con cultivos alimenticios y una capacidad incuestionable para reducir la emisión de GEI.

Para comprender la situación del sector biocarburantes en la Comunidad Autónoma de Madrid, ha sido necesario revisar previamente la coyuntura nacional e internacional, lo que ha permitido comprobar cómo la coexistencia de diversos enfoques en torno a este sector requiere de un marco político estratégico de medio o largo plazo que maximice los beneficios, y que actuaría como catalizador del desarrollo global a través de iniciativas locales, interviniendo de forma combinada en todos los mecanismos del desarrollo, creando efectos sinérgicos entre ellos y estimulando el desarrollo sostenible de los territorios. Tras revisar los aspectos positivos y negativos asociados al sector, parece que la situación de los biocarburantes convencionales bajo las condiciones de producción actuales es prometedora, aunque las mayores expectativas están puestas en los avanzados.

En España los beneficios de este sector son actualmente todavía marginales, debido no tanto al peso de la importación de las materias primas para su fabricación (que comenzó a reducirse en 2013 gracias al establecimiento de medidas *antidumping*), como a una producción muy por debajo de la capacidad instalada. España, uno de los países líderes europeos en términos de capacidad de producción y consumo de bioetanol y biodiesel hasta 2010, ha registrado desde entonces una pronunciada caída, de forma que en 2013 la capacidad instalada de biodiesel en España (93% sobre el total de biocarburantes) superaba en más del 80% tanto a la producción como al consumo, mientras la del bioetanol superaba a la producción en torno al 20% y al consumo alrededor del 40%, lo que pone de manifiesto un desajuste entre la inversión realizada y la demanda de estos productos, especialmente en el caso del biodiesel.

Estas conclusiones invitan a realizar un análisis del comportamiento de los biocarburantes en una de las regiones más representativas en el ámbito nacional, dadas sus especiales características territoriales, socioeconómicas y tecnológicas: la Comunidad de Madrid. Se trata de un caso paradójico en España, al representar una de

las regiones de mayor consumo energético y con menor capacidad de generación, siendo el transporte uno de los mayores responsables, al haber alcanzado en 2013 casi el 50% sobre el consumo final de energía en la región, provocando el 43% de emisión de GEI.

Un análisis interautonómico de algunas variables en el contexto de la energía aplicada al sector transporte permite comprobar cómo, pese a su peculiaridad, esta Comunidad Autónoma aparece estadísticamente agrupada con otras dos regiones (Navarra y País Vasco), con las que si bien comparte ciertos aspectos, a diferencia de la CAM ambas disponen de una mayor capacidad de generación energética, en coherencia con un mayor desarrollo normativo del sector.

Tras verificar que la CAM dispone de potencial para generar un volumen de biocarburantes capaz de responder a su propia demanda, se ha considerado de interés analizar la opinión de distintos agentes sociales relacionados con el sector, cuya posición corporativa muestra coherencia con los resultados alcanzados en el análisis estadístico del cuestionario. Estos resultados revelan un apoyo fuerte por parte de los agentes consultados respecto a la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar el reparto modal del transporte o reactivar la generación y el consumo de biocarburantes en el ámbito autonómico, si bien priorizando el origen local o nacional de la materia prima y apostando por los avanzados.

En todo caso, y pese a la débil presencia del sector en este ámbito autonómico, se ha constatado la existencia de relaciones intersectoriales, lo que justifica el interés de haber adoptado un enfoque de desarrollo endógeno, que obedece tanto a una coyuntura regional deficiente en términos de generación de energía, como a la conveniencia de consolidar la red sinérgica revelada, al objeto de dinamizar este sector.

Así pues, esta tesis trata de poner en valor el factor energético por su carácter estratégico para el desempeño de la actividad económica y social de la Comunidad de Madrid, pero también el papel que juegan las instituciones, a través del enfoque que aporta la perspectiva del desarrollo endógeno, que, como establece Vázquez Barquero (2007), impulsa la difusión de innovaciones y conocimiento a partir de iniciativas locales, consiguiendo efectos sinérgicos para alcanzar un desarrollo sostenido de la productividad territorial.

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Planteamiento y objetivos

El actual contexto mundial de la energía gira en torno a dos ejes. Por un lado la globalización de los mercados, que responde a la desigual distribución de los recursos energéticos y el aumento creciente y generalizado de la demanda. Por otro el cambio tecnológico que, ante retos como la protección del medio ambiente o la necesidad de aumentar la eficiencia de la producción y el consumo, está modificando los sistemas productivos y repercutiendo en un comercio energético internacional que, lejos de limitarse a los combustibles fósiles, incluye nuevas fuentes de energía, tecnologías y servicios cada vez más presentes.

No se conocen con exactitud los límites físicos a la producción de petróleo, aunque se intuyen, lo que está provocando entre las grandes potencias la necesidad de garantizar el acceso a recursos energéticos. Por este motivo, y ante la determinación generalizada de proteger el medio ambiente, se buscan nuevas alternativas energético-ambientales.

Entre las orientadas a sustituir los combustibles convencionales aplicados al transporte se encuentran los biocarburantes, que hicieron su aparición de forma tangible en la escena energética internacional hace un par de décadas (en el caso de Europa su producción comercial se inició en 1992), requiriendo nuevas políticas en los ámbitos internacional, nacional y local.

Detrás de la incorporación de estos productos en el mercado energético internacional hay una razón estratégica, como es la necesidad de reducir la dependencia energética respecto a los países productores de petróleo, regiones frecuentemente convulsas y que ofrecen escasas garantías de estabilidad a futuro. Además, el mercado de los biocarburantes y sus materias primas puede proveer puestos de trabajo y nuevos ingresos en la cadena de abastecimiento, desde las comunidades rurales hasta las empresas de tecnológicas, productores y distribuidores de carburantes. En todo caso hay que tener en cuenta que se trata de productos aún no competitivos respecto a los carburantes convencionales, y que por tanto requieren inversiones públicas y privadas que permitan su adecuado desarrollo en el mercado.

Pero también obedece al cumplimiento de la cada vez más abundante regulación normativa relacionada con la protección del medio ambiente, en concreto la relativa a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero¹ (en adelante GEI) asociada al

¹ Estos son vapor de agua, dióxido de carbono o CO₂ (que representa más del 80% de las emisiones GEI), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y sulfuro de hidrógeno (SF₆).

transporte, y ello porque la utilización de biocarburantes producidos de forma ecológica tiene la capacidad de reducir estas emisiones. Las ventajas económicas están directamente vinculadas a los objetivos de mezcla de estos productos, que han ido a la baja en los últimos años.

En todo caso, el potencial de los biocarburantes para sustituir a los combustibles fósiles es limitado, si bien resulta una pieza necesaria desde una perspectiva tanto medioambiental como de seguridad energética, dado que el transporte depende en un 98% del petróleo importado (Fischer Boel, 2008). Por otro lado, su compatibilidad con la tecnología utilizada por los combustibles convencionales otorga a los biocarburantes la capacidad para convertirse en una opción transitoria hasta alcanzar el pleno desarrollo de un modelo sostenible de transporte.

Estas líneas sirven para presentar a un sector no exento de luces y sombras, elegido como materia de investigación tanto por su carácter de alternativa a los carburantes convencionales en el ámbito del transporte, como ante las posibilidades abiertas para el desarrollo tecnológico en este campo.

Por otra parte, el sector biocarburantes representa un lugar común entre la biología medioambiental y la economía, ámbitos que han aportado una perspectiva interesante y enriquecedora en el análisis, resultando ineludiblemente complementarios. Desde un punto de vista económico, se atiende a su capacidad para reducir la dependencia energética de terceros países. Un enfoque ambiental permite considerarlo como una apuesta inicialmente impulsada por su potencialidad para reducir las emisiones de gases con efecto invernadero asociadas al transporte, si bien, como se discute a lo largo de la tesis, esta es una cuestión hoy en día controvertida.

En el amplio espectro de trabajos de investigación internacionales y nacionales sobre esta cuestión, son escasos los de ámbito local, y concretamente los desarrollados en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Madrid (en adelante CAM), más aún cuando se trata de abordarla desde una doble perspectiva cualitativa y empírica, por lo que esta tesis representa cierto avance en la investigación del sector.

La elección de la CAM obedece a varias razones. Se trata de uno de los mayores consumidores de energía del ámbito nacional, de conformidad con su tamaño poblacional y actividad económica. De ese consumo, el 49,6% correspondió al sector transporte, en coherencia con el tamaño de su parque de vehículos. Sin embargo, esta Comunidad autónoma posee una capacidad de autoabastecimiento energético inferior al 2%, algo mayor para la energía eléctrica, que en 2013 alcanzó un 8,4% sobre el consumo final eléctrico, pero en todo caso muy lejos de la capacidad media nacional de autoabastecimiento energético, situado en el 29%, circunstancias que la convierten en

un caso único en el territorio nacional, y donde, pese a esta reducida producción local, la energía constituye un factor clave.

Así pues, representa un auténtico sumidero energético, si bien, paradójicamente, su elevada capacidad económica y tecnológica están demostradas, al registrar en 2013 el segundo mayor PIB por habitante, o el mayor gasto en innovación y desarrollo (26,4%) sobre el total nacional (ver Anexo 1).

Por todo ello esta tesis ofrece un análisis, cuantitativo y cualitativo, de las posibilidades y oportunidad para impulsar el sector biocarburantes en la CAM. El interés social por conocer la capacidad de las instituciones locales para gobernar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (Ostrom, 2008), junto al papel que juegan los biocarburantes en el *mix* energético del sector transporte, siempre que éstos “sean respetuosos con el medio ambiente, para la seguridad del suministro energético y para mitigar las emisiones” (Guerrero et al. 2012, p. 143), han sido elementos impulsores de esta investigación.

Esta tesis contempla la utilización de biocarburantes ajustada a los compromisos adquiridos en la actual regulación europea, en buena parte orientada a establecer objetivos de mezcla (Directiva 2015/1513/UE), analizando la incidencia del uso de biocarburantes en la CAM y su efectividad respecto al ahorro de emisiones. En todo caso, como se verá a lo largo del documento, se trata de un sector de escaso desarrollo en la región, por lo que se examina su situación actual y potencial desde el punto de vista de la producción y el consumo. Además, evalúa los problemas que afronta y las oportunidades para el sector de los biocarburantes en la CAM, mediante un análisis de las políticas, regulación, situación del mercado y factores limitantes a su desarrollo.

Así pues, se analiza aquí una de las aplicaciones de la biomasa tratando en el terreno concreto de los biocarburantes, un sector que ha experimentado hasta los años previos a la crisis un fuerte crecimiento, si bien actualmente afronta un momento de especial dificultad debido a cuestiones de índole social y medioambiental que han desembocado en un menor apoyo por parte de las políticas vigentes. Se profundiza así en la cuestión planteada en el Documento de Estudios Avanzados desarrollado por la doctoranda (Mestre, 2005), que aborda una estimación de los costes externos de la electricidad producida a partir de la biomasa en una central en Sangüesa (Navarra), concluyéndose su magnitud inferior a la generada a partir de fuentes convencionales, línea de investigación previamente considerada por diversos autores para otros entornos².

² Ver CE 1995, Vol 1., pp. 172-175; Meuleman, B., et al. 1998; Sáez, R., Cabal, H. y Varela, M. 1999; entre otros.

I.2. Hipótesis de trabajo

En primer lugar esta tesis trata de contrastar la existencia de un potencial suficiente para lograr un adecuado desarrollo del sector biocarburantes en el ámbito de la CAM, lo que representaría la primera hipótesis. Es necesario para ello analizar la actual coyuntura de producción y consumo, y estimar la cantidad de producción a partir de materias primas alternativas a los cultivos tradicionales.

Por otro lado, y ante la situación atravesada por el sector en esta región, donde el consumo registró un aumento entre 2007 y 2010 (especialmente de biodiesel), para experimentar una fuerte caída a partir de ese año hasta su práctica desaparición en 2013, se quiere constatar la existencia de barreras al desarrollo de los biocarburantes en el ámbito de la Comunidad de Madrid, tanto de carácter técnico (García Camus y García Laborda, 2006³), como de índole tecnológica, política o financiera (CE, 2014c).

La segunda hipótesis defendería que la débil situación del sector biocarburantes en la Comunidad de Madrid obedece fundamentalmente al déficit de políticas orientadas a regular e incentivar el sector, lo que según esta investigación, traslada cierta falta de interés por parte del gobierno regional hacia las energías renovables, y concretamente los biocarburantes.

En la transición hacia un modelo energético más seguro, asequible y descarbonizado diversos organismos internacionales han subrayado la necesidad de sustituir las energías convencionales por energías renovables (UNEP 2016, EEA 2016) ¿Hasta dónde es posible esta sustitución? ¿Es necesario plantear adicionalmente una reducción del consumo energético? ¿Es posible este planteamiento en la actual coyuntura de crecimiento económico? Se trata de cuestiones que continúan abiertas y que exceden del ámbito de este trabajo de tesis, aunque sirven de marco referencial.

Esta tesis trata de dar respuesta a cuestiones concretas centradas en uno de los sectores que registra mayor consumo energético en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Madrid, el transporte por carretera, y a las posibilidades que los biocarburantes representan en sustitución de los carburantes convencionales:

- a. ¿Se incentivan en el ámbito de la CAM las fuentes alternativas de energía en el transporte?
- b. ¿Representan los biocarburantes una alternativa interesante?
- c. ¿Qué inconvenientes y ventajas presenta el sector en la CAM?
- d. ¿Qué opciones tiene la CAM para la elaboración de biocarburantes?

³ Ver páginas 88 a 90.

I.3. Fuentes de datos y Metodología

I.3.1. Fuentes para el análisis

Para la revisión del sector energético en el ámbito internacional se ha recurrido a estadísticas y bases de datos de fuentes oficiales y no oficiales, pero de reconocido prestigio, que tienen en común la capacidad de permitir la comparabilidad de los datos correspondientes a diferentes países. Entre las primeras pueden citarse la Agencia Internacional de la Energía (AIE), el Foro Internacional de la Energía (que incluye a los países representados en la AIE, entre otros), la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y algunas fuentes europeas como el Barómetro Europeo de Biocarburantes, o la oficina estadística europea (Eurostat).

Entre las segundas cabe señalar la Revisión Estadística de British Petroleum, cuyo importante papel internacional en el ámbito de los productos petrolíferos y el gas natural le permiten disponer de información extensa y actualizada, o el Biofuels Digest⁴, con información actualizada sobre la industria mundial de biocarburantes. Además se ha recurrido a estadísticas publicadas por el Earth Policy Institute, organización internacional sin ánimo de lucro (Washington D.C.), que desde 2001 proporciona indicadores medioambientales de prestigio y reconocimiento entre políticos y periodistas de todo el mundo.

En lo que respecta al ámbito nacional, a la hora de conocer en profundidad el sector de las energías renovables, y de los biocarburantes en particular, la información estadística está disponible con frecuencia sin desagregación regional. Por otro lado, las series de datos, generalmente cortas, como corresponde a una actividad económica de reciente aparición, no están estandarizadas, variando la unidad de medida en función de la fuente origen de los datos, lo que dificulta su comparabilidad.

Más concretamente, la Comisión Nacional de la Energía (CNE)⁵ ha venido emitiendo desde 2009 un informe anual sobre el uso de los biocarburantes, con información completa y detallada relativa al consumo, venta, reservas, importaciones con origen del

⁴ Publicación periódica on-line sobre biocarburantes, con amplia difusión internacional y base en Florida, que cubre novedades de productores, investigación, política, conferencias o financiación. Acoge también el Índice de Compendio de Biocarburantes, cuyos ranking anuales contemplan las variaciones registradas en las 30 tecnologías más innovadoras y las 50 compañías líderes en bioingeniería.

⁵ Orden ITC/2877/2008, de 9 de octubre, designa a la Comisión Nacional de la Energía como entidad responsable de la expedición de Certificados de biocarburantes, la gestión del mecanismo de certificación y la supervisión y control de su venta o consumo, como Entidad de Certificación de Biocarburantes (artículo 6). Circular 1/2013, de 9 de mayo, de la Comisión Nacional de Energía, por la que se regula la gestión del mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte.

producto y de las materias primas, exportaciones, certificaciones, precios, etc. referidos a cada año. En 2013 la CNE pasó a formar parte de la Comisión Nacional de Mercados y Competencia (en adelante CNMC), que a partir de 2016⁶ asumió formalmente sus competencias. Este organismo se encarga de la actualización periódica de la información estadística relativa al consumo, producción, objetivos de mezcla, transferencias de certificaciones, exportación, importación y sostenibilidad del sector biocarburantes (Estadística de biocarburantes, sólo de ámbito nacional, y Estadística de productos petrolíferos, que admite desagregación regional para consumos), en archivos exportables que contienen datos anuales y mensuales desde 2004, por lo que las series de datos son de corto recorrido. La CNMC ofrece también información desagregada por Comunidades Autónomas relativa al consumo de biocarburantes, si bien, como expone la Descripción de la Estadística de Productos Petrolíferos⁷, esta información solo agrupa productos puros y mezclas de etiquetado obligatorio (superiores al 7% en volumen en el caso de biodiesel, y al 10% en volumen en el caso de bioetanol), recogiendo parcialmente el consumo de biocarburantes. Así pues, las cifras desagregadas por Comunidades Autónomas no reflejan el consumo real, lo que resulta en un desajuste entre las cifras regionales y los totales nacionales. Es decir, en España actualmente todas las gasolinas y gasóleos llevan incorporada cierta cantidad de biocarburantes cuyo porcentaje de mezcla se establece reglamentariamente, si bien las cantidades exactas en volumen sólo están disponibles para el total nacional.

Por su parte la Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (en adelante CORES)⁸ ofrece información nacional mensual de biocarburantes a partir de 2007, en términos de porcentaje de mezcla respecto a los carburantes convencionales, tanto para gasolinas como para gasóleos, incluyéndola entre las estadísticas referidas a otros carburantes, al considerarles como parte del contenido en volumen de dichos carburantes convencionales. Esta información aparece desagregada por Comunidades Autónomas desde diciembre de 2008, también en términos de porcentajes de mezcla, que no se corresponden con una cantidad concreta en volumen ya que, según la propia fuente, no se conoce este volumen con exactitud ante la diversidad de productos existentes. Además, el Instituto Nacional de Estadística ofrece datos desagregados por

⁶ Circular 1/2016, de 30 de marzo, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se regula la gestión del mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte.

⁷ Descripción de la estadística de productos petrolíferos. Recuperada de: <https://www.cnmc.es/Portals/0/Ficheros/Energia/Informes/Descripci%C3%B3n%20de%20la%20estad%C3%ADstica%20de%20productos%20petrol%C3%ADferos%20CNMC.pdf>

⁸ Corporación de derecho público sin ánimo de lucro, tutelada por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, con personalidad jurídica propia que actúa en régimen de Derecho Privado.

Comunidades Autónomas para 2009, 2011 y 2013 sobre el consumo de biocarburantes, pero sólo en valor monetario.

Según lo anterior, existe disponibilidad estadística, aunque de corto recorrido, y manifiesta para el territorio nacional una intensa variabilidad. Para el caso concreto de la CAM, los datos relativos al consumo energético, incluidos los biocarburantes, se encuentran desde 2012 en los Balances Energéticos de la Comunidad de Madrid (Fenercom). A ello hay que añadir la escasa homogeneidad de los datos nacionales relativos a energía en general, y a biocarburantes en particular. Baste como ejemplo que mientras los datos sobre producción y consumo de energía primaria en el Informe sobre la Energía en España 2014 (Ministerio de Industria, Energía y Turismo), sin desagregación autonómica, se ofrecen en unidades de ktep, los correspondientes a las estadísticas de productos petrolíferos (CNMC), desagregados por autonomías para el consumo, están en toneladas métricas, mientras la estadística de biocarburantes (misma fuente), sin desagregar, ofrece sus datos en metros cúbicos. Todo ello ha dificultado el recabado de los datos, puesto que no sólo no existe una fuente única que aglutine y estandarice su publicación periódica, al ser las Comunidades Autónomas responsables de su gestión, sino que tampoco hay un tratamiento homogéneo y estandarizado de esta información estadística.

I.3.2. Metodología de investigación

Esta tesis se inicia con una investigación descriptiva, al abordar la evolución reciente, coyuntura, previsiones e impactos del sector en los ámbitos internacional, europeo, nacional y regional.

Así pues, la primera parte se incluiría entre los denominados estudios descriptivos, que junto a la descripción coyuntural del sector en los ámbitos internacional, nacional y local, incorpora algunas reflexiones de carácter predictivo (Hernández Sampieri y Fernández Collado, 1997⁹). A este respecto, pese a que la investigación se orienta al análisis del sector biocarburantes en el ámbito concreto de la CAM, se ha considerado interesante abordar previamente la situación del sector en los entornos internacional y nacional, para contextualizar la coyuntura regional e interpretar los resultados desde una perspectiva más amplia.

A continuación se establece un análisis correlacional interautonómico, orientado a comprender el comportamiento de algunas variables (Hernández Sampieri y Fernández Collado, 1997), para profundizar en la justificación del estudio en la Comunidad de

⁹ Ver páginas 60 a 66.

Madrid. En tercer lugar, se aborda un estudio de caso que trata de analizar y comprender la situación del sector biocarburantes en el entorno concreto de la Comunidad de Madrid. Se ha escogido esta metodología como la más adecuada ya que “investiga un fenómeno contemporáneo en un contexto de vida real, cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son evidentes” (Yin, 1994, p. 9). Concretamente, se ajustaría al análisis de caso simple, al orientarse a determinar si las proposiciones de partida (hipótesis) son correctas o si por el contrario es posible encontrar explicaciones alternativas (Yin, 1994).

El análisis se ajusta a la espiral inductivo-hipotética-deductiva¹⁰ en la que se inscribe buena parte de la investigación actual (Sarabia, 1999, en Martínez Carazo, 2006), ya que se parte de una fase de exploración y descripción de la realidad para generar las hipótesis sobre las causas del fenómeno, y alcanzar otra de justificación de las mencionadas hipótesis.

Así, en esta tesis se recogen y analizan algunos parámetros relacionados directa o indirectamente con el transporte por carretera, para establecer un primer contraste interautonómico. A partir de estos resultados se ha realizado un análisis factorial y de clúster, con el fin de estudiar el comportamiento de la CAM en relación dichas variables. La aplicación de los factores obtenidos a los valores autonómicos permite realizar un nuevo análisis factorial orientado a agrupar a las Comunidades Autónomas en conglomerados o “clúster” en función de las similitudes métricas factoriales. La comparativa interautonómica pone de manifiesto la capacidad y condiciones de la CAM para mejorar la posición del sector, y permite realizar una estimación del potencial regional para generar biocarburantes. Lejos de discriminarse, esta región aparece relacionada con otras dos que, a diferencia de la primera, registran mayores capacidades de producción de biodiesel, lo que permite poner en contexto la situación de la CAM, y establecer un punto de partida respecto a la conveniencia de potenciar esta producción. Las conclusiones obtenidas hasta aquí han permitido realizar una matriz de debilidades-amenazas-fortalezas-oportunidades (DAFO) que aporta una visión de la situación actual y las perspectivas del sector.

Para completar el análisis del sector biocarburantes, y ante el interés que puede suscitar la opinión de representantes de diferentes ámbitos, se presenta un estudio basado en el análisis estadístico de las respuestas a un cuestionario, aplicando para ello el Método

¹⁰ Considerando inductivo el planteamiento de hipótesis explicativas, de carácter tentativo, deductivo el alcance de predicciones contrastables, o enunciados empíricos a partir de las hipótesis planteadas, y contraste de hipótesis la verificación empírica de las predicciones postuladas, la denominada Espiral de Cattell describe un proceso cíclico inductivo-hipotético-deductivo-experimental-inductivo, independientemente de dónde se corte (Cattell 1966, p.17).

Delphi¹¹, técnica de investigación social orientada a conseguir una opinión fidedigna a partir de grupos de expertos, caracterizada por ser un proceso de consulta iterativo, interactivo y anónimo (Landeta Rodríguez et al. 2003). El cuestionario planteado, que consta de 110 preguntas clasificadas en cinco apartados: 9 generales, 9 de ámbito político, 9 de ámbito económico, 7 de ámbito medioambiental y 8 de ámbito tecnológico (ver Anexo 6), recoge las posiciones de expertos de diferentes ámbitos (administración pública, ámbito educativo, empresa privada, organizaciones representantes de consumidores y agricultores, y organizaciones sin ánimo de lucro). Se trata de un método ya utilizado para abordar un análisis medioambiental, y recientemente en España en relación a los impactos socioeconómicos locales generados por una instalación de producción de biocarburantes en la provincia de Burgos, obteniéndose un diagnóstico sobre el funcionamiento del proyecto en contraste con la realidad local (Gómez Ramos et al., 2011).

El análisis realizado es, pues, cuantitativo y cualitativo, contempla las políticas vigentes para el sector biocarburantes en la CAM, busca sus fortalezas y debilidades y alcanza conclusiones relativas a su potencial de mejora. Se pretende evaluar el interés de impulsar la producción y uso de biocarburantes en la CAM, estudiando las ventajas competitivas de la producción local y nacional frente a su importación o la de las materias primas necesarias para esta producción. Los resultados obtenidos permiten mejorar la comprensión de la situación energética y analizar las opciones para reactivar la producción local.

I.4. Estructura y contenidos

La tesis se organiza de forma que permita revisar en profundidad el sector de los biocarburantes en base a los datos disponibles, estimaciones y análisis de las respuestas a un cuestionario orientado estudiar la coyuntura y potencial del sector en la CAM. La estructura aborda en primer lugar aquellos aspectos que representan los antecedentes de una aplicación energética innovadora como son los biocarburantes, y dar una idea de su evolución y situación actual, para pasar a considerar la oportunidad de realizar un

¹¹ El Método Delphi, definido como una “técnica de investigación social orientada a obtener una opinión fiable a partir de un grupo de expertos”, se caracteriza por ser un proceso iterativo (al menos dos consultas), interactivo (en cada ronda de preguntas los participantes pueden acceder a las respuestas del resto del grupo) y anónimo (los participantes se mantienen en el anonimato). Las cuestiones deben plantearse de forma que las respuestas puedan ser procesadas cuantitativa y estadísticamente, y gracias a un control de respuestas puede eliminarse la información que se considere menos relevante (Landeta Rodríguez et al. 2003, p. 7). Pese a su amplia aceptación, el Método asume ciertas debilidades metodológicas, como el tiempo requerido para su ejecución, la facilidad para manipular los resultados por parte del investigador, o la dificultad para contrastar la precisión y fiabilidad de los mismos, si bien ha demostrado ser un instrumento válido para la predicción y soporte en la toma de decisiones.

análisis de escala local, centrado en la CAM. Concretamente consta un marco teórico, recogido en el capítulo II, que revisa el papel de la energía en la economía, el impacto asociado al sector biocarburantes, la literatura disponible al respecto y el enfoque de desarrollo endógeno para su aplicación a este análisis. El capítulo III aborda la coyuntura internacional del sector energético en el que se inscriben los biocarburantes, dando cuenta de su evolución reciente y situación actual en el ámbito europeo, y revisando las ventajas y desventajas asociadas a este sector, así como las posiciones internacionales derivadas de las anteriores, analizándose en el capítulo IV la regulación y coyuntura del sector, así como los problemas asociados a su producción y consumo en España, y las perspectivas en el medio plazo.

La situación de los biocarburantes en el marco autonómico y regional correspondiente a la CAM conforman el capítulo V, que incluye un análisis factorial interautonómico, una descripción de la situación energética de la CAM, una estimación del potencial de generación de biocarburantes en el ámbito regional, y un planteamiento de posibles sinergias intersectoriales, todo lo cual permite elaborar una matriz DAFO de la que extraer interesantes conclusiones. El capítulo VI se dedica a analizar un cuestionario realizado a sectores relacionados con los biocarburantes en la región, para lo que se aplica el Método Delphi, y cuyas conclusiones sirven para contrastar las hipótesis de partida. El capítulo VII ofrece una discusión de las conclusiones alcanzadas, correspondiendo los capítulos VIII, IX y X a los anexos, siglas y acrónimos y bibliografía respectivamente.

I.5. Recapitulación

Entre sus objetivos, esta tesis señala la elección de los biocarburantes como materia de investigación por su carácter de alternativa a los carburantes convencionales en su aplicación al transporte, ante las posibilidades abiertas para su desarrollo tecnológico y por su potencial para reducir determinados impactos asociados al sector. Además, aborda específicamente la Comunidad de Madrid, entre otras cuestiones, por su consideración como sumidero de energía. El epígrafe recoge también las hipótesis de trabajo, así como las fuentes y metodología empleadas en la investigación. Al respecto hay que señalar una disponibilidad estadística de corto recorrido, que manifiesta para el territorio nacional escasa homogeneidad, en relación tanto a su desagregación autonómica como a las unidades de medida. Además, la información autonómica sobre biocarburantes recoge parcialmente el consumo de biocarburantes, lo que resulta en un desajuste entre las cantidades regionales y los correspondientes totales nacionales. Finalmente se incluye una breve referencia de la estructura y contenidos de esta investigación.

II. MARCO TEÓRICO

II.1. El papel de la energía en la economía: estado del arte

II.1.1. La energía y el desarrollo económico

Se resumen en este punto la incorporación de la energía en los sucesivos modelos de crecimiento económico, desde la economía clásica hasta la denominada ecología de las sociedades humanas.

La Economía Clásica consideraba que la riqueza descansa en la acumulación de factores de producción, estando el crecimiento económico condicionado por la disponibilidad de dichos factores: tierra (recursos naturales), trabajo y capital (Smith, 1776). Pese a tener constancia de la limitación de los recursos y factores productivos, esta escuela considera que la libre actuación de los mercados es suficiente para alcanzar una asignación eficaz de los recursos. Hasta principios del siglo XIX no se contempla el concepto de energía como tal, entendida como fuerza capaz de transformarse en trabajo mecánico, formulación a la que contribuyeron autores como Clapeyron-Clausius (1822-1888) en la Ley de Clausius o principio de entropía, Pfaunder (1839-1929), que considera la necesidad de incorporar los costes energéticos y económicos del transporte de energías fósiles, y Ostwald (1853-1932), que propone sustituir la interpretación mecanicista de los fenómenos naturales por una interpretación energética (todos ellos en Urteaga, 1985).

Posteriormente, la Economía Neoclásica (1870-1930) se centraba en la asignación de recursos y los cambios marginales para alcanzar un equilibrio de mercado. Para esta escuela, la energía, fuerza impulsora de las actividades económicas, es un factor ausente de la contabilidad, estando implícitamente incorporada como esfuerzo de la mano de obra, mientras la procedente de otras fuentes (carbón, petróleo, electricidad), se considera insumo intermedio, anexo a las cuentas del ingreso nacional como valor agregado. Es decir, la energía no está en la escuela neoclásica incorporada como factor de producción, poniéndose de manifiesto el aislamiento de la naturaleza y los recursos energéticos en dicho modelo económico.

Solow (1956) considera que la producción depende del stock de capital, de la población activa, la demanda de los bienes del consumo y la inversión. Este modelo se basa en la idea de un Estado Estacionario, con una población estable, donde no habría escasez de recursos ni residuos y se maximiza el bienestar de las personas. La única causa de crecimiento económico continuo es la acumulación de conocimiento técnico y científico, que eleva la tasa de rendimiento del capital, compensando los rendimientos decrecientes que podrían suponer un freno al crecimiento económico. La idea del estado

estacionario es progresivamente superada al incorporar la innovación y el cambio tecnológico entre los factores de producción (Schumpeter, 1939¹²), considerado uno de los principales mecanismos de la evolución económica.

Subyace en estos trabajos la necesidad de admitir la naturaleza finita de energía y materiales, sometidos a un continuo proceso entrópico. En este sentido, Georgescu-Roegen (1975¹³) defiende que la economía clásica está condicionada por lo que considera mitos, entre los que incluye la idea de un estado estacionario donde el flujo de materiales emerge de una fuente invariable; así, considera que el proceso económico, sometido a las leyes de la termodinámica, provoca un continuo intercambio de materia y energía, convirtiendo materiales de baja entropía (recursos naturales) en productos de alta entropía (residuos), y generando escasez material dado que los recursos accesibles son limitados, irreemplazables y finitos. Considera a las fuentes de energía renovables como disponibles y accesibles, frente a los productos petrolíferos, menos accesibles pero más sencillos de usar, y respecto a los que los mecanismos de mercado no pueden evitar la escasez (Georgescu-Roegen, 1975).

A partir de aquí la literatura económica destaca la importancia de la energía en el proceso de crecimiento económico. La relación positiva entre el aumento del uso de la energía y el crecimiento del PIB, demostrada por la evidencia empírica, se mantiene hasta el punto a partir del cual los cambios en la estructura económica y la adopción de nuevas tecnologías favorecen la desvinculación entre consumo energético y crecimiento económico (Escribano Francés, 2012).

El actual modelo de desarrollo económico es producto del proceso de industrialización que ha tenido lugar durante los dos últimos siglos, impulsado sobre todo por combustibles fósiles o no renovables, fundamentalmente petróleo, gas natural o carbón, mientras otras fuentes renovables eran marginadas en el *mix* energético de los países desarrollados. Este modelo basado en el consumo de grandes cantidades de energía fósil afronta actualmente tres obstáculos: la aproximación al punto de máxima producción de petróleo (*peak-oil*), el rápido crecimiento económico y demográfico registrado en el hemisferio Sur, y la degradación ambiental asociada al cambio climático (Carbonnier y Grinevald, 2011). Hasta la década de los 70 la destrucción de los recursos naturales fue ignorada por economistas y sociólogos en un contexto de sociedad industrial en expansión. A partir de ese momento diversos organismos y cumbres internacionales han analizado y abordado los devastadores impactos de la actividad humana sobre el medio

¹² Ver páginas 84 a 110.

¹³ Ver páginas 351 y ss.

ambiente, conformando nuevos enfoques interdisciplinarios como la economía ecológica o la ecología industrial, que han tomado el relevo de las escuelas económicas tradicionales, y confluyen en la necesidad de reducir los flujos de materia y energía en términos absolutos, desmaterializando y descarbonizando la economía (Carbonnier y Grinevald, 2011).

La inquietud global respecto a la seguridad energética, comprometida por las circunstancias arriba mencionadas, requiere de una gobernanza multilateral capaz de afrontar los retos y cambiar el comportamiento de los grupos de interés, de la que aún se carece debido a que tanto economistas como políticos están sujetos a criterios cortoplacistas desconectados de la temporalidad en términos geopolíticos (Carbonnier y Grinevald, 2011). En los próximos años la contribución de las renovables a la cartera energética podría ser significativa, y su estabilidad en el medio y largo plazo requiere la consonancia entre los sectores implicados y los servicios energéticos prestados, integrando inversiones públicas y privadas, extranjeras y locales, y centros de formación y desarrollo e innovación tecnológica (Escribano Francés, 2012).

II.1.2. Los efectos de la economía sobre el medio ambiente

La progresiva incorporación de la energía en las teorías económicas provoca una discusión paralela, relacionada con los límites a la capacidad de crecimiento de las sociedades, y los efectos negativos que genera el crecimiento económico sobre el entorno como consecuencia de la entrada continua de energía y materiales al sistema. La comprensión de la cuestión relativa a las externalidades negativas¹⁴ es clave en el seguimiento de esta tesis, que analiza una forma de energía aplicada al transporte, los biocarburantes, cuya utilización representa una diversificación respecto a las energías convencionales y una reducción de dichas externalidades sobre el medio ambiente.

La denominada *economía ambiental*, *economía del medio ambiente* o *economía de los recursos naturales*, admite claras relaciones entre fuerzas económicas y medioambientales, así como la aparición de “conflictos ecológico-distributivos”, que aunque surjan fuera del mercado, condicionan la pauta de precios de la economía. Así pues, su meta es la valoración del capital natural para introducirlo en el mercado, y

¹⁴ Según la doctrina económica se genera una externalidad cuando la actividad de un agente económico causa un efecto real involuntario en el bienestar de otro agente. El modelo de desarrollo económico actual tiene efectos negativos sobre el medio ambiente (contaminación), que a su vez provocan impactos sobre la salud y el bienestar del ser humano. Estas externalidades se consideran *fallos del mercado* porque el sistema de precios no mide con exactitud las consecuencias ambientales de la actividad económica, creando incentivos económicos que provocan un grave daño al medio ambiente (Helbling, 2012).

estudia dos cuestiones fundamentales: el problema de las externalidades y la asignación intergeneracional óptima de los recursos agotables (Aguado et al., 2006).

De la integración de los sistemas naturales en las actividades económicas, surge el principio de bioeconomía (Georgescu-Roegen, 1975), que da pie, desde la afirmación de que “la economía debe ser una rama de la biología interpretada de forma amplia” (Georgescu-Roegen 1977, p. 94), al nacimiento de la *economía ecológica*. Esta disciplina, que propone un enfoque multidisciplinar entre la ecología, la biología, la termodinámica y otras ciencias en el ámbito de la economía, estudia la capacidad del capital natural para responder a una demanda concreta, y cuándo esta se ve comprometida, rechazando la simplificación que representa la valoración de los bienes y servicios ambientales, ante la inconmensurabilidad de estos valores (Martínez Alier, 2006). Aspectos como la denominada “deuda de carbono” referida a los daños causados por las emisiones GEI (ver epígrafe III.3.2.2), o la amenaza de la seguridad alimentaria especialmente en algunos países pobres “que sacrifican las necesidades locales a la obtención de divisas” (Martínez Alier, 2006, p. 5), ilustran esta disciplina. Así pues, se constata “un desplazamiento de los costes ambientales del Norte hacia el Sur”, no sólo al utilizar los océanos y la atmósfera como sumideros gratuitos de dióxido de carbono, sino también mediante la exportación de residuos a países cuya regulación es inexistente o menos restrictiva (Martínez Alier 2008, p. 5).

El libre acceso a los bienes ambientales (aire, agua, biodiversidad, stock de especies animales y vegetales, etc) representa uno de los grandes retos de la economía en la medida en que están producidos por la naturaleza, por lo que están disponibles y son comunes, mientras los límites a su uso y disfrute no están aún bien definidos. De hecho, actualmente una de las externalidades más complejas está asociada al cambio climático (Helbling, 2012), alteración del clima provocada por la acumulación de gases con efecto invernadero en la atmósfera, que en el caso de la Unión Europea proceden en un 20% del transporte (correspondiendo el 90% al transporte por carretera). Estas emisiones, fundamentalmente antropogénicas, han aumentado desde las 280 partes por millón registradas en 1750 a las 375 ppm de la actualidad, provocando un incremento de la temperatura media terrestre en 0,6°C en los últimos 100 años. Se estima que el aumento térmico atmosférico podría alcanzar entre los 1,4 y 5,8°C a finales del siglo XXI (IPCC, 2002), provocando consecuencias catastróficas.

Pero ¿cómo se gestiona el acceso a los recursos públicos? La sobreexplotación de un recurso natural de libre acceso puede llegar a provocar la ruina, en palabras de Hardin, al “perseguir cada uno su propio interés en una sociedad que cree en la libertad de los bienes comunes” (Hardin 1968, en Ostrom 2009, p. 27), idea que conforma la

denominada “tragedia de los comunes”. Entre las recomendaciones para evitar estos indeseables efectos destacan la aplicación de un sistema de gobernanza multinivel o policéntrico, en el que coexistan mecanismos de alto y bajo nivel adecuados a cada conflicto, o alcanzar un equilibrio entre intervenciones formales (reglas) y prácticas informales (Ostrom et al., 2005¹⁵).

Resultaría también interesante adoptar una perspectiva de medio y largo plazo, y considerar el impacto intergeneracional que ejerce el actual crecimiento económico (Martínez Alier y Roca Jusmel, 2000, en Boris, 2002). Según la Curva Ambiental de Kuznets, a corto plazo el crecimiento económico genera un mayor deterioro ambiental, si bien en el largo plazo, a medida que las economías son más ricas el crecimiento económico reduce los impactos ambientales; en todo caso, este principio se cumple fundamentalmente en países desarrollados. Sin embargo, algunas investigaciones concluyen que el crecimiento económico no es la única solución al deterioro ambiental, siendo clave una regulación que promueva la protección del medio ambiente y defina los derechos de propiedad de los recursos ambientales, especialmente en países en desarrollo, de forma que sea posible desvincular el crecimiento económico del deterioro ambiental antes de alcanzar el nivel crítico (Correa Restrepo et al., 2005¹⁶).

El denominado *desarrollo sostenible*, definido como aquel que permite satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para satisfacer las suyas propias (Informe Brundtland, 1987¹⁷), aborda precisamente el enfoque de medio y largo plazo. Las políticas orientadas a impulsar la innovación tecnológica en este ámbito, permiten reducir el consumo de materias primas, lo que en parte compensa el hecho de que el capital natural no siempre se regenera, o no a la suficiente velocidad (Lundvall, 2000). Este enfoque hace necesario adoptar una aproximación interdisciplinar a los modelos de crecimiento económico, donde la incorporación de la energía se apoye sobre todo en fuentes de energía alternativas o no fósiles, como la hidroeléctrica, eólica, termosolar, fotovoltaica, geotérmica y biomasa, que garantizan la diversificación energética, reducen la dependencia de terceros países y evitan o reducen los impactos ambientales provocados por las fuentes convencionales.

Las políticas internacionales se orientan desde hace algunos años al diseño de cambios en el sistema productivo que hagan posible el alcance de modelos más eficientes y

¹⁵ Ver páginas 15 a 20.

¹⁶ Ver páginas 1 y 16.

¹⁷ Naciones Unidas, Asamblea General, *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo* (4 de agosto de 1987).

menos contaminantes, conformando una transición desde economías basadas en combustibles fósiles hacia otras hipocarbónicas, donde los recursos renovables representan el motor de crecimiento. Así, en los países menos desarrollados las políticas trasladan la necesidad de aumentar la capacidad de planificación y gestión del cambio climático (UN, 2015) para reducir los daños, mientras las de aplicación en países desarrollados son preventivas, estableciendo límites concretos de emisión, como es el caso de la Hoja de Ruta europea para alcanzar una economía hipocarbónica en 2050, que propone reducir las emisiones GEI en un 80% respecto a 1990 (CE, 2011a).

Todo ello ha dado paso a lo que hoy se denomina *economía circular*, que interconecta a la administración, los agentes económicos y los productos a lo largo de toda su vida útil, incluyendo la gestión de los residuos, que pasarán a considerarse recursos, como materias primas secundarias reintroducidas en el ciclo económico (CE, 2015b). La denominada “bioeconomía”¹⁸, incluida en este paradigma, persigue la producción de materiales de origen biológico, como alimentos, semillas, o bioenergía, y la conversión de los residuos en bienes de valor añadido, cuyos sectores e industrias tienen un fuerte potencial innovador debido a la aplicación de nuevas tecnologías. Pretende, además, tender puentes entre la investigación y la aplicación de resultados, estableciendo redes de transferencia de conocimiento, e incorporando iniciativas de ciudadanos y grupos de interés a la gestión del conocimiento (CE, 2012). Los usos energéticos de los biomateriales se contemplan como alternativas a los productos y la energía derivados de combustibles fósiles, apostando especialmente por el potencial innovador de las biorrefinerías integradas, capaces de tratar la biomasa y los residuos biológicos para obtener diversos usos y aplicaciones finales (CE 2015b).

Retomando estas últimas ideas, es intención de esta tesis analizar la contribución de las energías renovables en el sector concreto del transporte en la Comunidad de Madrid, uno de los mayores consumidores de energía convencional, defendiendo que son precisamente las políticas las que condicionan el impulso o retranqueo de estas fuentes de energía. El análisis se centra en los biocarburantes, por considerarles una alternativa a los combustibles fósiles consolidada y rentable en diversos países.

¹⁸ Bioeconomía: conjunto de actividades económicas que obtienen productos y servicios, generando valor económico, utilizando como elementos fundamentales los recursos biológicos. Su objetivo es la producción y comercialización de alimentos, así como productos forestales, bioproductos y bioenergía, obtenidos mediante transformaciones físicas, químicas, bioquímicas o biológicas de la materia orgánica no destinada al consumo humano o animal y que impliquen procesos respetuosos con el medio, así como el desarrollo de los entornos rurales (Mineco, 2015).

II.2. Revisión de la literatura relativa a biocarburantes

El interés de los biocarburantes reside en su importante papel en el proceso de sustitución de combustibles fósiles por energías renovables en el sector transporte, por su potencial para aportar seguridad en el suministro de combustibles y reducir las emisiones que provocan el calentamiento global, siempre que sean sostenibles, acentuándose en este sentido la necesidad de impulsar los biocarburantes avanzados (CE, 2011) (ver epígrafe III.1). Por tanto, para establecer una conexión entre los biocarburantes y la teoría económica, es necesario abordar, por un lado, su papel respecto al cambio en la cartera de combustibles y por tanto en la diversificación del riesgo de costes en el transporte. Por otro, es preciso considerar su efecto directo e indirecto sobre la reducción de emisiones de GEI.

Así, a partir de la Teoría de Carteras Eficientes¹⁹, según la cual hay que contemplar no sólo el coste medio de cada alternativa energética sino también el riesgo asociado medido a partir de las fluctuaciones agregadas de los costes de producción, se ha demostrado que la sustitución de combustibles fósiles por biocarburantes resulta en reducciones importantes de la volatilidad de costes sin afectar al coste medio del *mix* de combustibles. Además, esta sustitución resulta también en una reducción de las emisiones en función del coste asignado a los derechos de emisión de CO₂, siempre que se trate de productos respetuosos con el medio ambiente (Guerrero et al., 2012).

La investigación relativa a este sector es prolífica en Latinoamérica, al tratarse de países con una elevada productividad de materias primas, algunos de ellos exportadores, como Argentina y Brasil, si bien en general las negociaciones de Doha no han progresado por la resistencia de los países desarrollados a reducir las barreras arancelarias para productos agrícolas procedentes de países en desarrollo (Furtado, 2009).

Otros trabajos admiten la controversia generada por el rápido crecimiento experimentado en el mercado de los biocarburantes, que en determinadas circunstancias pone en cuestión los efectos mitigadores del cambio climático, a lo que se añade la incertidumbre respecto a los impactos ambientales locales asociados a la producción agraria a gran escala y sus posibles efectos sobre la seguridad alimentaria (Dufey y Stange, 2011). En concreto, en el caso de Argentina, potencial abastecedor de materias primas para la generación de biocarburantes en Estados Unidos y la Unión Europea, esta producción se enmarca en un contexto de inseguridad energética y privatización de los recursos naturales, por lo que sería conveniente incluir la política agroenergética en un plan de desarrollo de energías renovables, de forma que este país no priorice la

¹⁹ Markowitz, H. (1952).

satisfacción de la demanda de los mercados internacionales en detrimento de sus propios recursos naturales (agua y suelo), o de las comunidades locales (De Paula y Lorenzo, 2009). Estos ejemplos ponen de manifiesto el importante papel de las políticas gubernamentales en la promoción del sector, si bien éstas deben ser evaluadas junto a los objetivos de mezcla establecidos en cada país, al tratarse de medidas costosas y de largo plazo (Dufey y Stange, 2011).

Diversas investigaciones se orientan a analizar la idoneidad de los cultivos agroenergéticos, los balances y rendimientos de las diferentes variedades, o las limitaciones, fundamentalmente tecnológicas y económicas, asociadas a su desarrollo, así como su impacto en las economías nacionales (Aras, 2011²⁰) (Serna et al., 2011²¹).

La investigación dirigida a la producción y consumo de biocarburantes en los países desarrollados traslada la urgencia de revisar las políticas actuales y sus objetivos en un contexto internacional, de forma que se proteja con garantías la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental en el largo plazo en los países más pobres (Mandil y Shihab-Eldin, 2010). En la línea de analizar la influencia de las políticas reguladoras en países desarrollados sobre otros en vías de desarrollo, como las relativas a la financiación para el impulso de los biocarburantes, o a las inversiones público-privadas destinadas a reducir las emisiones de GEI en países en transición, las investigaciones recomiendan revisar los subsidios o las restricciones a la importación de los productos generados en países en desarrollo, que, según los analistas, pueden estar distorsionando el mercado (FAO, 2007²²).

En los países de la OCDE, la contribución de los biocarburantes a la seguridad energética se ajusta a los objetivos de mezcla establecidos. La investigación sugiere que, bajo determinadas circunstancias, el valor de las políticas de cuotas podría ser limitado en términos de impulso al desarrollo tecnológico y de emisiones evitadas de gases de efecto invernadero (Ölz et al, 2010). Algunos investigadores recomiendan que las políticas de biocarburantes se rijan por el principio de la progresividad (temporal y de incorporación de nuevas tecnologías), que se articulen de forma que sea posible establecer sinergias entre los distintos sectores y conseguir una mayor eficiencia, y que se refuerce la dimensión exterior, respecto tanto a los mercados internacionales como a la conclusión de los acuerdos de comercio aún pendientes, especialmente Mercosur (Montes Torralba, 2010). Otros informes sugieren la conveniencia de profundizar en la

²⁰ Ver páginas 69 a 93.

²¹ Ver páginas 107 a 111.

²² Ver páginas 11 a 19, y 34.

investigación relativa al impacto económico de la utilización de aceites vegetales para elaborar biodiesel, o los efectos potenciales de la expansión de la demanda de etanol sobre los precios de determinados productos (Jank et al., 2009).

Respecto al estudio de los efectos ambientales, algunos autores han analizado el impacto potencial de esta producción en futuras generaciones mediante la denominada “deuda de carbono”, provocada por la destrucción de formaciones vegetales de elevado valor ecológico (reservas naturales de carbono) para el establecimiento de estos cultivos en países tropicales, generando un aumento neto de emisiones (Polanski et al., 2008). Desde el punto de vista de la dinámica de los sistemas socioecológicos, algunos estudios han establecido que la complejidad y diversidad de las cadenas productivas de los biocarburantes, la de los usos del suelo agrícola para la obtención de materias primas, o los diferentes incentivos del mercado, dificultan el diseño de las políticas adecuadas, en tanto que los mercados no son capaces por sí mismos de facilitar un marco institucional capaz de transmitir el valor de los ecosistemas para incentivar la sostenibilidad de estos productos (Gasparatos et al., 2011).

La investigación española se orienta al estudio de los balances energéticos y las emisiones asociadas al ciclo de vida de los biocarburantes, cuantificando los impactos de su producción y uso en el cambio climático y en el consumo de energía. El carácter de estos productos respecto a las emisiones GEI varía considerablemente según se contemple o no el efecto del cambio de uso del suelo. Así se distingue el cambio directo (DLUC, por sus siglas en inglés), cuando se cultiva determinada especie sobre terrenos baldíos, o formaciones vegetales; y el cambio indirecto (ILUC), cuando el cultivo para obtener biocarburantes se realiza sobre cultivos existentes, provocando una sustitución de los cultivos tradicionales o una extensión del suelo cultivable. Ambos procesos pueden provocar liberaciones de GEI en cantidades que superen los ahorros de emisiones alcanzados por los biocarburantes convencionales (CE, 2015c).

En ausencia de ILUC, los resultados de la investigación señalan un ahorro de energía y emisiones de CO₂ con el uso en el transporte del bioetanol producido en España, si bien el proceso de obtención de la materia prima debería optimizarse (Sáez et al., 2006). A escala nacional también se han analizado la viabilidad de diferentes cultivos energéticos, convencionales y alternativos, para producir biocarburantes (Cuadros Salcedo, 2014), o las barreras al sector, regulatorias, técnicas, ambientales y económicas (Lozano Cano, 2009, Fernández González, 2002).

Junto a lo anterior se ha estudiado el impacto del empleo asociado a la producción de biocarburantes en España, considerándose una oportunidad para el sector agrícola,

siempre que se respeten los criterios de producción sostenible (Jiménez Herrero y Leiva, 2010²³).

En el ámbito de la Comunidad de Madrid, los trabajos de investigación revisados se orientan a la modelización de las energías renovables, acentuándose la inexistencia de un registro regional de instalaciones de renovables o de producción real de energía, lo que en todo caso no influye en los resultados al ser la oferta energética muy inferior a la demanda (García Benedicto, 2004). Además se han analizado otros aspectos, como las posibilidades de desarrollo de la agroelectricidad en la CAM, demostrándose la rentabilidad de especies como el cardo (por su capacidad de adaptación a las condiciones mediterráneas y elevada productividad) respecto a otros combustibles para alimentar las centrales de producción de energía (Fernández González, 1995). Otros análisis se refieren a la generación de bioelectricidad a partir de cultivos de centeno y triticale (cruce entre trigo y centeno) en la CAM, que alcanza distintas productividades en las diversas Comarcas Agrícolas de la región (obtiene una mayor producción en la Comarca Campiña, seguida de Vegas, Sur Occidental y Metropolitana en un escenario 100% barbecho de secano), siendo muy interesante el estudio de ubicación potencial de centrales en cada comarca (Romero Cuadrado, 2013²⁴).

Más centradas en la cuestión que ocupa esta tesis, algunas investigaciones abordan la viabilidad económica de la producción de biocarburantes, estableciendo la importancia de las subvenciones o ayudas compensatorias a este tipo de instalaciones, ante los elevados costes tanto del proceso como de las materias primas de origen nacional que reducen la competitividad del sector. Se prioriza la utilización de especies alternativas capaces de adaptarse a suelos marginales (cardo y ricino), y en todo caso la apuesta por los biocarburantes avanzados, proponiendo además la integración de estos productos en la cadena de distribución de los carburantes convencionales (Muñoz Baena, 2013).

Otros estudios se orientan a valorar las posibilidades energéticas de la biomasa, tanto natural como residual, en el ámbito de la CAM, concluyendo, entre otras consideraciones, que la generación energética potencial a partir de biomasa alcanzaría un total de 761.239 tep. anuales, equivalentes al 9,16% de la energía consumida en la región, si se sustituyera toda la superficie de cereal por especies agroenergéticas (Alonso Mateos, 2004). Se ha contemplado también la utilización de residuos agrícolas producidos en la CAM para su combustión aplicada a la generación de electricidad, considerando al sector agrícola como principal generador de biomasa para este

²³ Ver páginas 150, 292 y 293.

²⁴ Ver páginas 72, 95 y de 106 a 134.

aprovechamiento, seguido de las industrias de primera y segunda transformación de la madera. Esta producción se considera como una buena iniciativa orientada al desarrollo rural y local sostenible, beneficiosa desde los puntos de vista económico, social y medioambiental (Aparicio Peña y de los Rios Carmenado, 2013).

No se han encontrado investigaciones que analicen el potencial para generar biocarburantes a partir de la producción local en el ámbito regional que ocupa esta tesis, que además confronta esos resultados con el análisis de las respuestas a un cuestionario sobre dicha cuestión.

II.3. El desarrollo endógeno y su oportunidad en este análisis

La teoría del desarrollo endógeno considera el desarrollo como un proceso multidimensional, en el que la acumulación de capital requiere un ambiente institucional y cultural que favorezca el uso de los recursos naturales y humanos, energía y tecnología, así como la interacción de las fuerzas de desarrollo en el ámbito territorial (Vázquez Barquero y Rodríguez-Cohard, 2016). Por tanto gira en torno a los recursos localmente disponibles y a la forma de organización de los pueblos, por lo que tiene un alto componente de territorialidad, y se orienta a optimizar la dinámica de los recursos locales, a mejorar la diversidad cultural, el bienestar humano y la estabilidad ecológica del contexto territorial y social, complementando los procesos locales y globales entre sí (Catalano, 2005).

Esta teoría admite la existencia de sendas locales de desarrollo, a las que contribuyen las diferentes capacidades de acumulación de capital, generación de economías de escala, reducción de costes, o diversificación productiva de cada territorio, reconociendo la existencia de rendimientos crecientes de factores acumulables (difusión de innovaciones, organización flexible de la producción, economías de aglomeración y desarrollo institucional), así como el papel de los actores económicos en la toma de decisiones de inversión y localización (Vázquez Barquero, 2000). Además “integra el crecimiento de la producción en la organización social e institucional del territorio, adopta una visión territorial y no funcional de los procesos de crecimiento y cambio estructural, y entiende que los mecanismos y fuerzas del desarrollo actúan sinérgicamente y condicionan la dinámica económica, ...lo que le lleva a plantearse las políticas de desarrollo económico desde el territorio, y darle a la sociedad civil un papel protagonista en la definición y ejecución del futuro de la economía”. Así, “los actores locales, a través de iniciativas y decisiones de inversión, y de la participación en la gestión de políticas, contribuyen al desarrollo y dinámica productiva de una localidad, país o territorio” (Vázquez Barquero, 2007, pp. 6 y 7).

La teoría de desarrollo endógeno se apoya en las contribuciones de los economistas clásicos y contemporáneos, interesando en este caso las de Coase (1937) sobre la reducción de los costes de transacción, y North (1990) sobre la importancia de las instituciones, entendidas como “el marco en el que se desarrollan las interacciones humanas... que consisten en reglas formales escritas así como códigos de conducta no escritos que complementan las reglas escritas”. Así pues, las instituciones, formales (leyes) e informales (códigos de conducta, convenciones), se identifican como las “reglas del juego de una sociedad”, que reducen la incertidumbre estableciendo una estructura estable en las interacciones humanas, mientras las organizaciones, que pueden ser políticas (partidos, el Congreso, una agencia reguladora...), económicas (empresas, sindicatos...), sociales (iglesias, asociaciones...) y educativas (escuelas, universidades...), conforman los “equipos” (North, 1990, pp. 3-6).

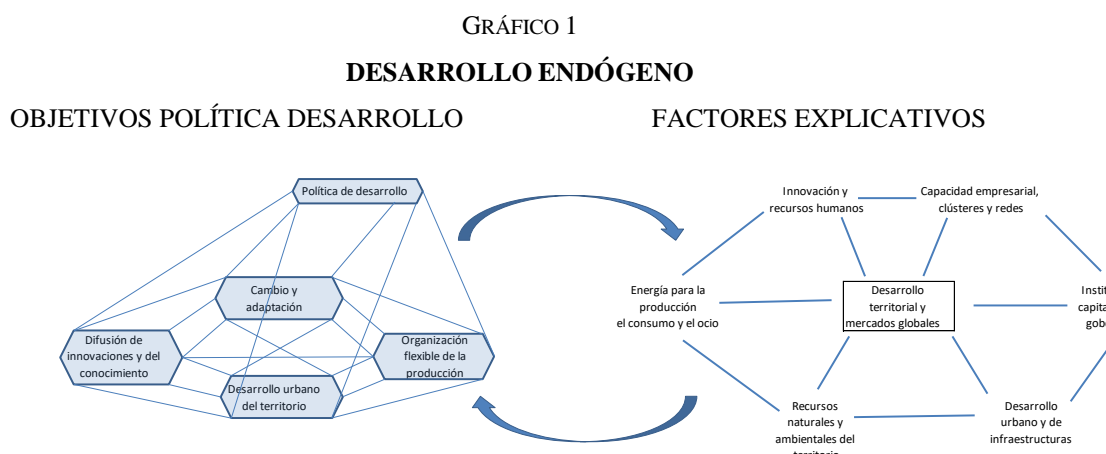
En este marco, la política cumpliría una función relevante en los procesos de desarrollo económico, al actuar como catalizador de los mecanismos y fuerzas del desarrollo a través de iniciativas locales: facilita el desarrollo empresarial y la creación de redes de empresas, fomenta la difusión de las innovaciones y el conocimiento, mejora el desarrollo urbano y estimula la dinámica del tejido institucional. Es decir, actúa de forma combinada sobre todos los mecanismos y fuerzas del desarrollo, tratando de establecer efectos sinérgicos entre ellos, de manera que se den las condiciones para un crecimiento sostenido de la productividad en cada localidad o territorio (Vázquez Barquero, 2005²⁵). Su éxito depende de la eficiencia institucional, por lo que es conveniente adoptar medidas que fortalezcan las instituciones formales (normas y códigos de organizaciones públicas, transparencia), el funcionamiento del sistema político y la participación de la sociedad civil (Vázquez Barquero y Rodríguez-Cohard, 2016). La interacción entre los factores y objetivos de la política del desarrollo endógeno convierte a los territorios en estructuras activas y dinamizadoras, no solo espacios receptores de la actividad productiva, lo que implica una revalorización del territorio donde la competitividad es cada vez más una cuestión de orden regional (Veltz 1999, en Huguet, 2000) (Gráfico 1).

En el caso concreto de España, que ostenta un elevado potencial productivo pero aún no ha dejado atrás los efectos de la crisis (elevada deuda pública y privada, fuerte devaluación interna, apoyo en una exportación que no resuelve por si sola la situación, escaso nivel tecnológico de la producción industrial), la implantación de un modelo de desarrollo endógeno y sostenible podría ser la solución en sectores como el agrario,

²⁵ Ver páginas 152 a 162.

industrial y servicios, entre los que destaca el de energías renovables, más intensivas en empleo que las convencionales (Borja Alvarez, 2014²⁶).

Entre los objetivos de la política del desarrollo endógeno (Gráfico 1) se incluye la difusión de la innovación y el conocimiento, ámbito representado por el Sistema de Innovación (SI), definido como “la red de instituciones, del sector privado y público, cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican o divulgan nuevas tecnologías” (Freeman 1987, en Buesa et al., 2002).



Fuente: Vázquez Barquero, 2005. p. 154.

Fuente: adaptado de Vázquez Barquero, 2016.

Este Sistema puede ser de ámbito nacional o regional, cuyas diferencias se explican a través de parámetros de localización, pero también por la habilidad de los actores económicos para establecer redes de información y producción intra e inter-regionales, participando en un entorno integrador y beneficiándose de estas redes mediante un proceso colectivo de aprendizaje (Heijs, 2001). El Sistema Regional de Innovación (SRI) descansa a su vez en la teoría del desarrollo endógeno, que subraya la importancia de la innovación para el desarrollo económico y su concreción en áreas geográficas delimitadas. Desde este punto de vista, los actores que integran el SRI participan en el proceso de forma que la innovación surge en una dinámica de interacción entre empresas y mercado, entre productores de conocimiento y empresas, y entre empresas y usuarios, conformando territorios inteligentes en los que la existencia de sinergias entre los actores locales y el resto de instituciones es clave (Vázquez Barquero, 1999²⁷).

La proximidad territorial genera externalidades positivas relacionadas con la cooperación basada en la confianza en el marco de la cultura e identidad regional, y el intercambio de conocimiento tácito en el proceso de aprendizaje colectivo o regional. A

²⁶ Ver páginas 172, y de 187 a 190.

²⁷ Ver páginas de 139 a 145.

este respecto, se asume que la proximidad espacial y cultural entre productores y usuarios de conocimiento es importante, entre otros, en los casos de nuevas trayectorias tecnológicas, o cuando productores y usuarios de tecnología deben cooperar para resolver necesidades específicas (Koschatzky, 2000), situaciones ambas que pueden reconocerse en el ámbito de la CAM.

El Sistema Regional de Innovación de la CAM²⁸ se caracteriza por la presencia de centros tecnológicos, administraciones públicas de apoyo a la investigación, y el impulso al desarrollo y la innovación a través de políticas, empresas, recursos financieros, recursos humanos especializados y organizaciones sociales. Para su adecuado funcionamiento, es clave el establecimiento de relaciones cooperativas entre todos los elementos que integran el Sistema e impulsar un proceso de aprendizaje colectivo, conformando una estructura de interdependencia institucional donde la innovación expresa procesos interactivos de aprendizaje (Lundvall, 2005). De hecho, los territorios innovadores se caracterizan por un sistema productivo liderado por empresas que adoptan estrategias determinantes de procesos de innovación, anticipándose a otras regiones estratégicas. También por el establecimiento de redes de relaciones socioeconómicas entre los agentes territoriales, basadas en normas y acuerdos que aseguran el intercambio de recursos y conocimientos, dando lugar a externalidades tecnológicas que facilitan la difusión de innovaciones entre empresas locales (Vázquez Barquero 2014, p. 67).

La energía sería un apéndice en este escenario territorial, donde el impulso a proyectos de abastecimiento energético a partir de renovables optimizaría los costes del consumo energético, mejoraría las condiciones de la población rural y aportaría un aprendizaje valioso para la construcción de futuros modelos energéticos basados en las capacidades y recursos de los territorios locales (Furlan, 2013). Este enfoque es fundamental en el planteamiento de la tesis, que busca analizar la coyuntura y potencial del desarrollo del sector biocarburantes en el ámbito de la CAM, una región en la que el sector energético está escasamente desarrollado, y donde el potencial inversor y tecnológico sustenta las posibilidades que aporta el modelo, a partir del establecimiento de sinergias entre los sectores implicados. En este caso, el modelo de red sinérgica planteado para los biocarburantes establecería relaciones entre la Administración pública, el sector Empresarial (diversificado en transporte, hidrocarburos, agrícola y residuos), el sector Académico-investigador, las Organizaciones representativas de agricultores y consumidores y las ONGs (Gráfico 17 y Gráfico 21). Lo que resultaría en una dinamización de los factores del desarrollo endógeno, al impulsar la capacidad

²⁸ Comunidad de Madrid, D.G. Investigación (2002), *El Sistema regional de I+D+i de la Comunidad de Madrid*.

empresarial, desarrollar la energía y las infraestructuras pertinentes, utilizar de forma sostenible los recursos naturales, e incentivar la innovación, a partir de la necesaria base que conforman las instituciones regionales (Gráfico 1). Desde esta perspectiva, los biocarburantes, como sector innovador, podrían resultar estratégicos para impulsar el desarrollo socioeconómico de la CAM.

En todo caso, para dotar de objetividad la descripción y el marco coyuntural del sector, el siguiente capítulo recoge un apartado relativo a los aspectos positivos y negativos asociados, que estarán presentes en la discusión realizada a lo largo de la investigación.

II.4. Recapitulación

El papel de la energía en la economía ha variado sustancialmente, desde la Economía Clásica, que no incorporaba el concepto como tal, hasta el actual modelo económico, donde es fundamental la preocupación respecto a la seguridad energética, que requiere de una gobernanza multilateral capaz de afrontar los retos y cambiar el comportamiento de los grupos de interés.

Por otro lado, diversas escuelas han analizado los efectos de la economía sobre el medio ambiente, hasta alcanzar el actual concepto de *economía circular*, que interconecta a la administración, los agentes económicos y los productos a lo largo de toda su vida útil, incluyendo la gestión de los residuos, que pasarán a convertirse en recursos como materias primas secundarias que se reincorporan al ciclo económico.

El epígrafe aborda una revisión de la literatura sobre biocarburantes, no demasiado profusa debido a que se trata de un sector de reciente aparición en términos de su interés comercial globalizado. Pero también defiende el interés de utilizar en este caso un enfoque de desarrollo endógeno, que aporta en esta tesis una perspectiva clave, en un sector, como el de los biocarburantes, necesariamente apoyado en el avance tecnológico, y donde una región como la Comunidad de Madrid, que adolece de un adecuado desarrollo energético en general y de los biocarburantes en particular, puede aprovechar las ventajas asociadas a la proximidad territorial en la actividad económica, puesto que genera externalidades positivas relacionadas con la cooperación y el intercambio de conocimiento.

III. ESTADO DE LA CUESTIÓN

La cuestión de la energía precisa, por su naturaleza finita y proceso productivo asociado a fuertes impactos ambientales, del recurso a fuentes limpias, inagotables y de carácter autóctono, que además no produzcan emisiones contaminantes: las denominadas energías renovables²⁹, que en su aplicación al transporte se concretan, entre otras opciones, en los biocarburantes. Este capítulo detalla los conceptos más frecuentemente utilizados en esta tesis, ofreciendo una clasificación de los biocarburantes y una tabla de aplicaciones tecnológicas según su origen. Además se analizan la coyuntura internacional, las ventajas y desventajas asociadas a su producción y uso, y las diferentes posiciones correspondientes a regiones productoras y consumidoras.

III.1. Conceptos: terminología y definiciones

Los productos energéticos primarios, extraídos o captados directamente a partir de recursos naturales, se clasifican en combustibles de origen fósil (petróleo, crudo, carbón, o gas natural obtenidos a partir de biomasa en el pasado geológico), y renovable, obtenidos directa o indirectamente de los flujos corrientes o recientes de la energía solar, gravitacional y geotérmica, constantemente disponible (AIE, 2007). Entre las materias primas utilizadas para generar energía renovable interesa, a los efectos de esta tesis, la denominada biomasa, obtenida a partir de producciones agrícolas y forestales, residuos de explotaciones ganaderas, restos de aprovechamientos forestales, o de cultivos agroforestales (*cultivos energéticos*³⁰).

Reciben el nombre de *biocombustibles* aquellos combustibles orgánicos derivados de la biomasa que pueden utilizarse para generar energía térmica a partir de su combustión, distinguiéndose los *dendrocombustibles* (madera y derivados de la madera), *agrocombustibles* (cultivos, subproductos agrícolas), y subproductos de origen municipal (FAO, 2004³¹). Y entre las aplicaciones más innovadoras de la biomasa se encuentran las agroenergéticas, referidas al desarrollo de cultivos orientados a la generación de energía, siendo uno de sus productos clave los *biocarburantes*,

²⁹ Se entiende por energía renovable aquella “procedente de fuentes renovables no fósiles, es decir, energía eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás” (Directiva 2009/28/CE, art. 2.a). Se trata pues de energías limpias, inagotables, de carácter autóctono, que no dejan residuos y no producen emisiones contaminantes a la atmósfera.

³⁰ Se denominan “cultivos energéticos” aquellos implantados y explotados con el único objetivo de obtener biomasa. Según su aprovechamiento final se clasifican en cultivos oleaginosos para producir biodiesel, cultivos alcohólicos para producir bioetanol a partir de azúcares, y cultivos lignocelulósicos para producir biocarburantes de segunda generación (IDAE, 2007, p. 7).

³¹ Ver páginas 32, y de 45 a 47.

combustibles líquidos obtenidos a partir de la transformación de biomasa para su aplicación como carburantes, mezclados con los combustibles convencionales. Se clasifican según su origen en productos de primera, segunda y tercera generación, considerándose los dos últimos “avanzados” (UNEP, 2009) (Tabla 1):

TABLA 1

BIOCARBURANTES, TECNOLOGÍAS, MATERIAS PRIMAS Y SUBPRODUCTOS

Biocarbicante	Tecnologías obtención y aplicaciones tecnológicas	Materias primas	Subproductos
Sólidos	Uso de biomasa seca para energía	Madera, estiércol seco	
Biocarbicantes primera generación			
Crudo vegetal	1. Combustible para transporte 2. Generación de electricidad y calor en estaciones descentralizadas	. Aceite de colza, girasol y otras plantas oleosas, residuos de aceite vegetal . Aceite de colza, aceite de palma, jatrofa y otras plantas oleosas	Torta utilizada para alimentación animal
Biodiesel	Transesterificación de aceite y grasas para obtener ácidos grasos metil éster y utilizarlo como combustible para transporte	- Europa: colza, girasol y soja - USA: soja, girasol - Canadá: soja, colza - Sudamérica y Centroamérica: soja, palma, jatrofa, castor - África: palma, soja, girasol, jatrofa - Asia: palma, soja, colza, girasol, jatrofa	- Torta para alimentación animal - Glicerina - Torta para recuperación energética en molinos de aceite de palma
Bioetanol	Fermentación (azúcar), hidrólisis y fermentación (almidón), utilizado como combustible para transporte	- USA maíz - Brasil: caña de azúcar - Sudamérica y Centroamérica: caña de azúcar, cassava - Europa: cereales, remolacha az. - Canadá: maíz, cereales, - Asia: caña de azúcar, cassava - África: caña de azúcar, maíz	- Maíz y cereales para alimentación animal - Bagazo (residuos) de caña de azúcar para recuperación de energía
Biogas (CH ₄ , CO ₂ , H ₂)	Fermentación de biomasa, en sistemas descentralizados o vía abastecimiento en la red de gas (como biometano purificado). Se aplica a generación de electricidad y calor o como combustible (puro o mezclado con gas natural)	Cultivos energéticos (maíz, madera de ciclo corto, sistemas multicereales), residuos materiales biodegradables, incluyendo vertidos animales	Residuos utilizados como fertilizantes
Biocarbicantes sólidos	1. Densificación de biomasa por torrefacción o carbonización 2. Residuos utilizados para generar electricidad y calor	Madera, grano, carbón, residuos domésticos, estiércol seco, Switchgrass (<i>Panicum virgatum</i> o Pasto varilla)	
Biocarbicantes segunda generación			
Bioetanol	Descomposición de biomasa celulósica	Biomasa lignocelulósica (tallos de trigo, forraje de maíz, madera, cultivos energéticos especiales para biomasa (<i>Miscanthus</i>), bagazo caña azúcar)	Pueden utilizarse para producir materias primas para industria química
Biodiesel y otros biocombustibles de “diseño” (biohidrógeno, biometanol, etc)	Gasificación biomasa (contenido inferior a 20% agua): produce “syngas” (CO ₂ , H ₂ , CH ₄ , hidrocarburos), del que se obtiene carburante y bases químicas	Biomasa ligno-celulósica como madera, paja y materiales no procesados como residuos plásticos	
Biocarbicantes tercera generación			
Biodiesel, combustibles aviación, bioetanol, biobutanol	Biorreactores para producir etanol, transesterificación y pirolisis, otras tecnologías en desarrollo	Macroalgas y microalgas marinas en biorreactores	Alimentación animal enriquecida en proteínas, biopolímeros, fertilizantes agrícolas

Fuente: UNEP (2009), pp. 26-27.

Es decir, los biocarburantes actualmente en el mercado son:

- *Biocarburantes de primera generación*: fundamentalmente bioetanol, que representa el 80% de la producción mundial de biocarburantes, obtenido a partir de cultivos agrícolas empleados en alimentación (oleaginosas, cereales, caña de azúcar) o grasas residuales animales y vegetales. Emplea tecnologías convencionales y plenamente establecidas en la industria, como fermentación alcohólica y anaerobia, transesterificación, o hidrogenación. El biodiesel, hidrobiodiésel, bioetanol, bioetilterbutil (ETBEI) y biogás pertenecen también a esta categoría. Los márgenes de mejora se basan en la reducción de costes de producción, optimización del balance energético y mejora de rendimientos energéticos de los motores, y en el aumento de porcentajes de mezcla.
- *Biocarburantes de segunda generación*: se obtienen a partir de materias primas no alimentarias (materias lignocelulósicas, o cultivos no alimentarios –p.e. *jatropha curcas*-). Pertenecen a esta categoría el biohidrógeno, biometanol, dimetil-furan (DMF), Bio-DME (dimetil-éter), biohidrógeno diésel, y alcoholes mixtos, elaborados mediante conversión bioquímica o fermentación. En general se encuentran en proceso de experimentación, si bien las tecnologías se consideran prometedoras por su potencial para reducir los costes de producción, que son elevados respecto a las fuentes fósiles, por lo que están asociados a políticas de ayudas económicas y fiscales.
- *Biocarburantes de tercera generación*: utilizan procesos tecnológicos similares a los utilizados en la segunda generación, empleando como materia prima cultivos bioenergéticos (algas producidas en cultivos acuáticos, cultivos de tártago o *Euphorbia lathyris*³²) para obtener biodiésel. Otros productos, como bio-propanol o bio-butanol no parece que vayan a alcanzar una producción relevante antes de 2050.
- *Biocarburantes de cuarta generación*: añaden a los anteriores la captación y almacenamiento de carbono, utilizando métodos termoquímicos junto a tecnologías de captación y almacenamiento, por lo que contribuyen más a la reducción de gases de efecto invernadero (AAE, 2016).

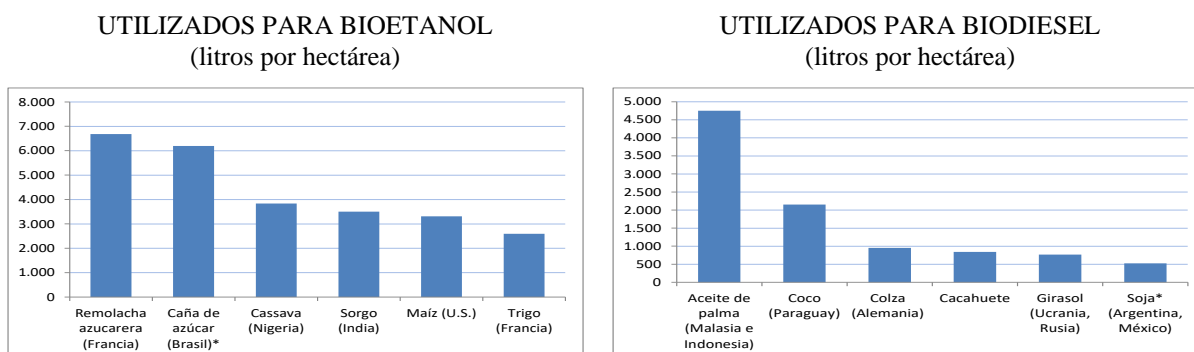
Por el momento los biocarburantes comercializados son fundamentalmente de primera generación, variando el balance energético según la materia prima utilizada, el método

³² Proyecto EULAFUEL (Production of energy-rich triterpenoids in *Euphorbia lathyris*, a potential crop for third generation biofuels), enmarcado en el programa europeo Plant-KBBE (Transnational Plant Alliance for Novel Technologies-toward implementing the Knowledge Based Bio-Economy in Europe) en el que participan España, Francia, Alemania, Portugal y Canadá. El objetivo es establecer plantaciones piloto de entre 0,5 y 2 hectáreas en Madrid, Albacete y Valencia, para producir entre 12,5 y 50 toneladas métricas (tm) de biomasa seca al año. A partir de 25 tm de biomasa seca por hectárea y año, se podrán obtener 2.000 litros de hidrocarburos que, con un rendimiento del 70%, producirán 1.400 litros de biocarburante.

de cultivo, la tecnología empleada en los procesos de producción, o energía consumida en las fases de almacenamiento y distribución (Gráfico 2).

GRÁFICO 2

PRODUCTIVIDAD DE CULTIVOS



Nota: los datos se han obtenido a partir de regiones de producción óptima.
Fuente: Brown 2006, p. 35.

TABLA 2

CLASIFICACIÓN DE BIOCARBURANTES SEGÚN COMPOSICIÓN Y MEZCLA

TIPO	DENOMINACIÓN	OBSERVACIONES
Mezcla bioetanol/gasolina	E5, E10, E15, E25, E85, E95	Todos los vehículos son compatibles con E5. Las mezclas de hasta 15% (E15) pueden usarse en motores convencionales de gasolina con ligeras adaptaciones. Las de mayor contenido requieren la modificación de los motores. Por encima de E5 se requiere etiquetado específico.
Mezcla bioetanol/gasoil	EDiésel	El porcentaje de biodiesel varía entre el 5 y el 15%. Necesita un aditivo solvente para garantizar la estabilidad de la mezcla
Bioetanol puro	E100	Requiere motores especiales
Aditivo oxigenante gasolinas	ETBE	Mejora el octanaje y lubricación de la gasolina
Mezcla biodiesel/gasoil	B2, B5, B7, B10, B20, B30	Por debajo del 20% de biodiesel no es necesario realizar cambios en los motores. Sin embargo a partir de B10 requieren un etiquetado específico. La especificación técnica está en desarrollo.
Biodiesel puro	B100	Requiere modificaciones de los motores, especialmente en vehículos antiguos, para reducir problemas de mantenimiento y rendimiento. No debe emplearse a bajas temperaturas

NOTA: el número que acompaña a las iniciales indica el porcentaje de mezcla (E5: 5% bioetanol y 95% gasolina).

Fuente: Fenercom (2008), p. 49.

Respecto a la producción y uso de biocarburantes, es posible utilizar diferentes mezclas en los motores convencionales en sustitución de cierto porcentaje de derivados del petróleo. El resultado es un producto cuyo contenido energético es inferior al de los combustibles convencionales; en el caso del etanol éste es aproximadamente el 67% del contenido en la gasolina, y para el biodiesel aproximadamente el 90% respecto al del diésel procedente del petróleo (Tabla 2).

Las especificaciones técnicas de los vehículos permiten una mezcla de hasta el 7% de biodiesel (en cumplimiento de la norma UNE-EN 590) y 10% de bioetanol (UNE-EN 228) en volumen sin necesidad de que la petrolera o estación de servicio tenga que advertir al cliente³³. Para alcanzar objetivos de mezcla superiores a esas proporciones, los vehículos tendrán que repostar más veces o disponer de depósitos de combustible de mayor tamaño.

III.2. Coyuntura internacional de los carburantes

Los recientes desarrollos tecnológicos, mercados y actividades relacionadas con la energía han demostrado tanto su capacidad de influencia sobre los sistemas energéticos, como el papel central que juega la política en la necesidad de atender la creciente demanda y garantizar la seguridad energética, así como de reconducir los impactos ambientales relacionados con sus aplicaciones. En un escenario de aumento térmico de 2°C se prevé un incremento de la demanda mundial de energía del 25% hasta 2050, siendo la cuota de productos petrolíferos superior al 40%. La tendencia al desacoplamiento entre demanda energética y crecimiento económico aún oculta incertidumbres (AIE, 2014b).

III.2.1. Carburantes convencionales

El petróleo es el combustible líder en el mundo, habiendo representado en 2014 un 32,6% sobre el consumo global de energía, mínimo histórico desde que se dispone de registros (en 1973 alcanzó un 56,3%). Las reservas han aumentado desde los 148,4 millones de toneladas en 1994 hasta los 248,6 registradas en 2014 (BP, 2015) (ver Anexo 3, Gráfico 32). Ante la perspectiva del aumento de la demanda energética y la incertidumbre sobre el abastecimiento desde regiones tradicionalmente exportadoras de productos petrolíferos (Rusia, Países Árabes), muchas de las cuales atraviesan un convulso periodo de cambio político y socioeconómico, desde hace algunos años se

³³ En España todos los vehículos diésel son compatibles hasta el 7% de mezcla con gasóleo de automoción, y hasta el 5% de bioetanol (y/o 2,7% de oxígeno) en el caso de vehículos de gasolina, si bien los vehículos fabricados desde el año 2000 son generalmente compatibles con mezclas superiores al 5% en bioetanol (E10) (APPA 2015b, pp. 4 y 5).

viene planteando la conveniencia de diversificar el *mix* energético mundial, apostando en el caso del transporte, entre otras alternativas, por impulsar la producción y utilización de biocarburantes, cuya participación reduciría la incertidumbre sobre el suministro energético. Además, el predominio de las energías convencionales en el transporte está asociado al aumento de emisiones de gases con efecto invernadero, que entre 2002 y 2013 alcanzó un 38,4% (ver Anexo 3, Gráfico 33). El uso de biocarburantes, a los que se atribuyen bajas o nulas emisiones de CO₂, ayudaría a reducir las emisiones de GEI.

El consumo de gas natural continúa aumentando, principalmente en Estados Unidos, Japón y Europa, manteniendo el carbón una cuota todavía elevada en China, que ya ha comenzado a cerrar las centrales más contaminantes y está fomentando el uso de renovables. Por su parte, la energía nuclear, pese a los desafíos que afronta (gestión de los residuos radiactivos, riesgo de accidentes nucleares), se mantiene como una opción de futuro para reducir la dependencia energética, limitar la exposición a las variaciones internacionales del precio de la energía y reducir las emisiones GEI. En todo caso, de los 434 reactores operativos en el mundo en 2013 hay un compromiso de retirada de unos 200 hacia 2040, la mayor parte en Europa, Estados Unidos, Rusia y Japón, lo que supone un reto para las centrales eléctricas, que deberán aumentar su cuota de energías renovables sobre el 3% alcanzado respecto al consumo total de energía (BP 2015).

En el ámbito europeo, el consumo bruto de energía registrado en 2014 alcanzó 1,6 miles de millones Tep, un 12,4% menos respecto a 2003, pese a lo cual experimentó un aumento de la dependencia energética en el periodo al haber caído la producción total respecto al consumo en más de 4 puntos porcentuales (del 51,4% en 2003 al 47,2% en 2014). Ese año, el 46% del consumo total de energía en la UE se destinó a calefacción y aire acondicionado, el 30% a transporte y el 24% a electricidad, usos a los que correspondió una producción renovable del 16,6%, 5,7% y 26% respectivamente, lejos de los correspondientes objetivos propuestos para 2020 (21, 10 y 34% respectivamente) (CE 2015a) (ver Anexo 3, Gráfico 34).

El equilibrio del *mix* energético mundial hacia una mayor cuota de energías renovables no es sencillo, puesto que aún en 2013 las subvenciones a los combustibles fósiles sumaron 5,5 billones de dólares, más del cuádruple de las ayudas a las renovables, frenando así la inversión en eficiencia energética e impulso de energías limpias (AIE, 2014c).

III.2.2. Eficiencia energética y energía renovable

Desde 1990 la intensidad energética (consumo de energía primaria por unidad de producción económica) se ha reducido en todas las regiones del mundo cayendo un 30%

hasta 2014, si bien existe margen de mejora a través de políticas orientadas a impulsar la eficiencia energética, el crecimiento económico sostenible y la mitigación del cambio climático, destacando a los países más pobres entre los más beneficiados, donde las medidas de eficiencia energética suponen un mayor acceso a los servicios energéticos en viviendas, industria y transporte (REN21, 2015).

Por otra parte, la energía renovable se encuentra en franca expansión a nivel mundial, habiendo proporcionado alrededor del 19% del consumo mundial de energía en 2013 y 2014 en términos de capacidad instalada y generación energética. Sus aplicaciones más representativas fueron ese año la calefacción de los hogares y la producción de biocarburantes para el transporte, si bien el mayor aumento en capacidad se alcanzó en el sector eléctrico, gracias a las energías hidráulica, eólica y solar fotovoltaica. Respecto al sector transporte, es evidente el aumento en la electrificación de trenes, tranvías y vehículos automóviles, que facilita la integración de la energía renovable en el sector. El número de países que disponen de objetivos y políticas relativos a renovables está aumentando; así, al menos 164 países contaban en 2014 con objetivos de energía renovable y 145 tenían políticas de apoyo en vigor, liderando ese año China la generación de renovables en capacidad instalada, seguida de Brasil, India y Sudáfrica (REN21, 2015).

La diversificación energética es clave en el avance hacia un desarrollo sostenible. En este sentido la bioenergía se considera un elemento de progreso socioeconómico para los países en desarrollo y una oportunidad de mejora medioambiental para los desarrollados. El primer aspecto debe pasar por el impulso a instalaciones de pequeños productores y el uso sostenible de los recursos locales, de forma que se alcancen beneficios e impactos positivos en la economía rural, mejorando así las posibilidades para erradicar la pobreza (De la Torre Ugarte, 2006). El segundo requiere que estos productos sean sostenibles a lo largo de todo su ciclo de vida.

III.3. Los biocarburantes: un análisis comparado

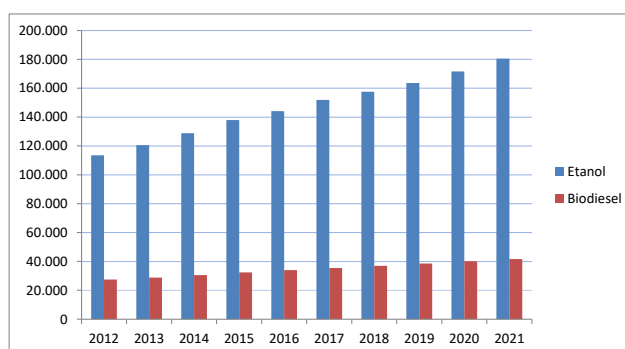
La coyuntura internacional reseñada ha estimulado la aparición de respuestas globales orientadas al impulso de combustibles alternativos, especialmente biocarburantes, destacando el diseño de políticas internacionales que han conseguido aumentar la producción mundial hasta los 70,8 millones tep. en 2014 frente a los 16,4 Mtep. de 2004 (BP, 2015). El comportamiento regional detectado para las renovables se reproduce respecto a los biocarburantes; así, en 2014 la proporción de estos productos destinados al mercado europeo continuó disminuyendo, mientras nuevos mercados se expandían hacia otras regiones (especialmente para etanol).

III.3.1. Situación global, evolución reciente y previsiones

Se estima que hacia 2020 la población mundial superará los 776 millones de habitantes, lo que junto al aumento de ingresos per cápita y la urbanización, propiciará cambios en las dietas, aumentando previsiblemente la demanda de cereales secundarios y oleaginosas, favoreciendo la exportación de estos productos sobre todo desde países en desarrollo (OCDE-FAO, 2015).

Ambos productos son actualmente demandados para la fabricación de biocarburantes convencionales, si bien en mayor medida los cereales, dado que la cuota mundial es del 80% para el etanol y del 20% para el biodiesel, estimándose que se mantendrá esta proporción hasta 2020-2021. De hecho, para ese año se prevé que la producción mundial de biocarburantes de primera generación aumente en torno al 34% en el caso del biodiesel y un 14% en el del etanol respecto a 2012, año en que representaba el 2,5% sobre el total de combustible utilizado en el transporte en el mundo (Gráfico 3).

GRÁFICO 3
PRODUCCIÓN MUNDIAL DE BIOCARBURANTES, 2012-2021
(Millones de litros)



Fuente: OCDE-FAO (2014), Dataset (recuperado de: <http://stats.oecd.org/>).

Las políticas de incentivo a los biocarburantes se han traducido en objetivos de obligado cumplimiento regulados por la correspondiente normativa en unos casos, y en otros en adopción de mecanismos voluntarios. Así, 33 países disponían en 2014 de regulación para mezcla de biocarburantes, mientras el debate sobre la sostenibilidad de los de primera generación continúa vigente (REN21, 2015) (ver Anexo 3, Tabla 23). Entre las mayores ventajas de esta política de objetivos se encuentra la predictibilidad de los volúmenes a ofertar en el mercado, puesto que los proveedores de carburantes están obligados a cumplir los requerimientos de cuota (Ziolkowska et al., 2010).

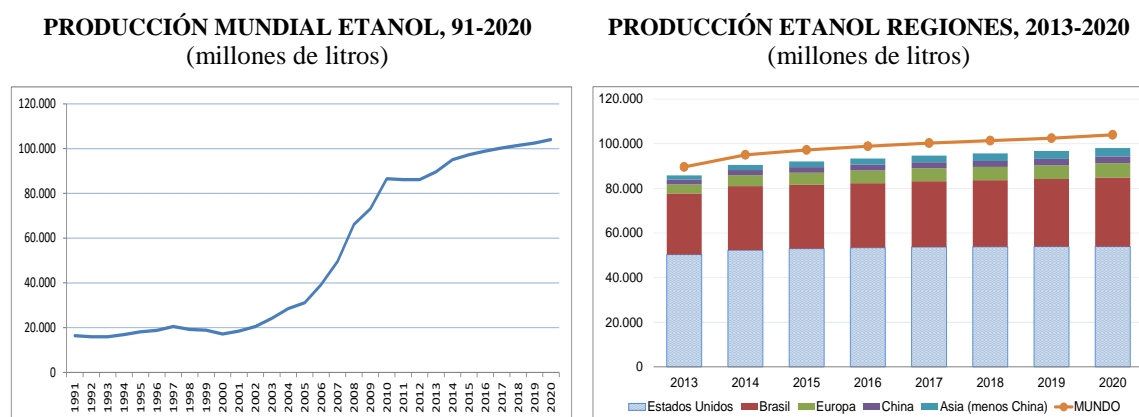
Las trayectorias para implementar políticas sobre producción y consumo de biocarburantes descansan en una combinación de regulación normativa, subsidios, impuestos y ahorro de emisiones GEI (dado que la planta en su crecimiento absorbe el CO₂ que posteriormente se emitirá en su combustión), cuya implementación difiere

según los países. Así, mientras la Unión Europea ha optado por una política común de objetivos en porcentaje de mezcla para el transporte, con mecanismos de implementación descentralizados, y cuyo cumplimiento puede o no ser obligatorio según decida cada Estado miembro, en Estados Unidos la propuesta de objetivos es en cantidades absolutas, mediante una orden que garantiza su cumplimiento en todos ellos.

Bioetanol convencional

Estados Unidos y Brasil son actualmente los mayores productores de etanol, ya que juntos representan algo más del 80% de la producción mundial, posiciones que según las previsiones se mantendrán a medio plazo, quedando las cuotas de Europa o China reducidas al 6 y 2,8% respectivamente (Gráfico 4).

GRÁFICO 4



Fuente: Brown, L.R. (2012), Supporting data p. 2. Fuente: AIE (2014a), p. 249.
AIE (2014a), p. 249.

La producción de biocarburantes requerirá la utilización de una importante proporción de cereales, azúcar y aceites vegetales hasta 2020; concretamente se prevé que el 44% del etanol mundial se producirá a partir de cereales secundarios y el 36% a partir de caña de azúcar, representando la producción de etanol celulósico el 5% de la producción mundial. En los países desarrollados la proporción del etanol basado en maíz alcanzará el 78% sobre el total en 2020; el etanol a partir de trigo representará 6%, el obtenido a partir de remolacha el 4%; y el celulósico alcanzará alrededor de 8%. En los países en desarrollo se espera que más de 80% del etanol producido en 2020 esté basado en la caña de azúcar, situándose la mayor parte de esta producción en Brasil (OCDE-FAO, 2011), donde el creciente uso del etanol está vinculado al desarrollo de la industria de vehículos de combustible flexible y al impulso en la demanda de importaciones estadounidenses para cumplir el mandato de biocarburantes avanzados, así como al previsible aumento de los objetivos de mezcla (OCDE-FAO, 2013).

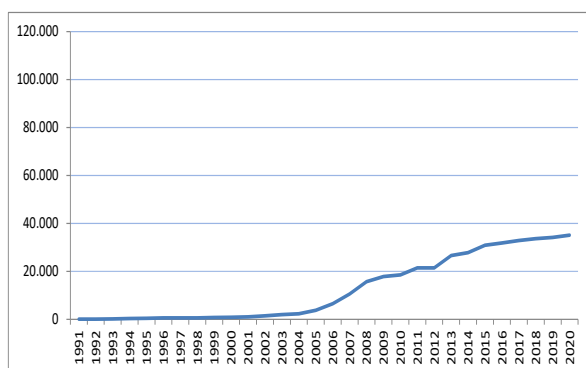
En el caso de Europa el 79% de la materia prima del etanol consumido procede de territorio europeo (fundamentalmente trigo, maíz y remolacha azucarera), siendo el resto importado de Estados Unidos y Ucrania (maíz), o Guatemala (caña de azúcar) (CE, 2015a). El aumento en la producción de bioetanol ha sido continuo desde 2008, alcanzándose en 2014 los 5,9 billones de litros, siendo inferior al consumo en el periodo (ver Anexo 3, Gráfico 36); en todo caso, debido al límite establecido sobre la producción de bioetanol a partir de cultivos alimentarios en el 7%³⁴ se prevé que disminuya la expansión del bioetanol de primera generación. Simultáneamente, las importaciones europeas de bioetanol se han reducido un 74% entre 2008 y 2014, de forma más acusada a partir de 2011, comportamiento presumiblemente relacionado con el establecimiento de un impuesto *antidumping* sobre las importaciones de bioetanol procedentes de Estados Unidos (Reglamento UE 157/2013) (USDA, 2014).

Biodiesel convencional

La producción mundial de biodiesel ha experimentado desde 2001 un crecimiento exponencial, pasando de los 1.000 millones de litros registrados ese año a los más de 30.000 en 2014, apuntando las previsiones a que se superarán los 36.000 millones de litros en 2020. La Unión Europea es el mayor productor (38,3%), seguida de Estados Unidos (19%) y Brasil (10%), manteniéndose a futuro el liderazgo europeo, al que previsiblemente seguirían Indonesia (16%), Brasil y Estados Unidos (15%) (Gráfico 5).

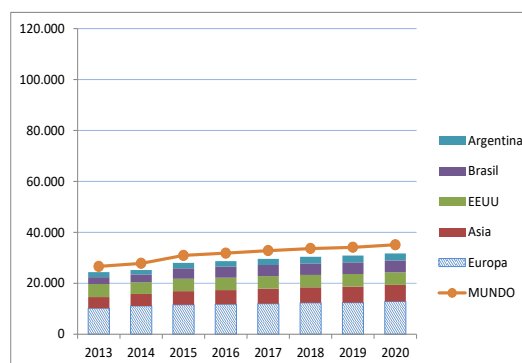
GRÁFICO 5

PRODUCCIÓN MUNDIAL BODIESEL, 91-2020
(millones de litros)



Fuentes: Brown, L.R. (2012), Supporting data p. 11. AIE (2014a), p. 250.

PRODUC. BODIESEL REGIONES, 2013-2020
(millones de litros)



Fuente: AIE, 2014^a, p. 250.

El mayor riesgo que afronta esta producción surge cuando la demanda de aceite vegetal es superior a la capacidad productiva de materias primas destinadas a generar

³⁴ Decisión de la Comisión de Medio Ambiente del Parlamento Europeo, de 14.04.2015.

biocarburantes, comprometiendo la superficie agrícola destinada a satisfacer las necesidades alimenticias. Aunque se prevé una tendencia a la baja en esta demanda, aún en 2020 se espera que más del 75% de la producción se base en el aceite vegetal (frente al 80% registrado entre 2008 y 2010), representando el producido a partir de fuentes no agrarias (grasa, sebo, residuos de aceite, etc) cerca del 15% (OCDE-FAO, 2011).

En todo caso, estas previsiones están sujetas a factores de incertidumbre, como la evolución de las políticas, el avance tecnológico hacia combustibles de segunda generación, el desarrollo de vehículos eléctricos o híbridos, o el impulso de la industria de biocarburantes en países en vías de desarrollo, que pueden modificar las producciones y los precios.

La Unión Europea, mayor productor mundial de biodiesel, registró un considerable aumento de la producción entre 2008 y 2011, modificándose a partir de entonces la tendencia. Por otra parte, la importación, que había aumentado hasta 2012, registró una fuerte caída entre a partir de entonces, lo que también se relaciona con el establecimiento de disposiciones normativas para proteger el mercado. Así, en 2009, la Unión Europea determinó medidas impositivas sobre el biodiesel puro (B100) y las mezclas que contienen como mínimo un 20% de biodiesel procedentes de Estados Unidos, reduciendo drásticamente esas importaciones (Reglamento CE nº 599/2009), mientras en 2013 se establecían medidas *antidumping* sobre las importaciones de biodiesel producido en Argentina e Indonesia (Reglamento UE nº 490/2013). Y aunque han sido parcialmente compensadas por otras procedentes de Malasia y Brasil, la saturación del mercado de biocarburantes también ha influido en la reducción de importaciones, que no parece que vayan a recuperar los niveles anteriores a 2013 (ver Anexo 2, Gráfico 31). De hecho, en 2014 la producción interna de biodiesel representaba el 78,6% del consumo europeo, en buena parte basada en aceite de colza (58%), soja (13%) y palma (9%).

Biocarburantes avanzados

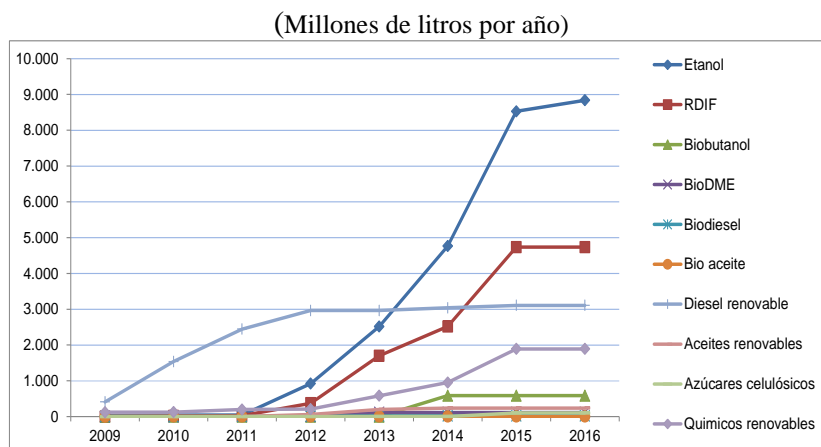
Se consideran biocarburantes avanzados los obtenidos a partir de deshechos, residuos, material lignocelulósico y cultivos bioenergéticos, de los que se obtiene un producto final similar a los biocarburantes convencionales o de primera generación, si bien más sostenible desde un punto de vista medioambiental, ya que, además de no competir con cultivos alimentarios, alcanzan una mayor reducción de emisiones GEI, por lo que se les se les asigna una contribución equivalente al doble de la correspondiente a los biocarburantes convencionales respecto al objetivo del 10% en renovables para el transporte a 2020 (Directiva 2009/28/CE, art. 21.2). Además, estos productos gozan de propiedades técnicas más compatibles con los combustibles y vehículos existentes.

En todo caso, en su mayor parte estos biocarburantes están basados en tecnologías aún en proceso de experimentación (ver Anexo 3, Recuadro 1).

Esta producción es clave en el avance hacia un sector del transporte menos intensivo en carbono, y para ello es necesario impulsar políticas económicas que permitan la construcción y puesta en marcha de plantas de nueva generación (Gráfico 6).

GRÁFICO 6

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN ESTIMADA DE BIOCARBURANTES AVANZADOS



RDIF: “renewable drop-in fuels”, combustibles renovables que pueden mezclarse con productos petrolíferos convencionales (gasolina, gasóleo) y utilizarse con la infraestructura existente (bombas, tuberías u oleoductos, etc).

Fuente: datos extraídos de Biofuels Digest (2011).

Estados Unidos reúne la mayor capacidad instalada para producir etanol celulósico, seguido de China, Canadá, Unión Europea y Brasil, cuyos proyectos varían según estrategias tecnológicas y materia prima utilizada. Entre los instrumentos políticos impulsores de estos productos en el mercado americano destacan la introducción de estrategias de segmentación de los distintos tipos de biocarburantes, apoyadas por primas a la producción de etanol celulósico, junto a una cultura de bajos tipos de interés e impulso al capital riesgo (UNCTAD, 2016).

Respecto al ámbito europeo, en 2014 sólo se registraba producción de estos biocarburantes en Suecia (35,7% sobre producción nacional de biocarburantes), Dinamarca (19,7%), Italia (18,6%), Finlandia (8,6%), Bélgica (5%), Alemania y Portugal (en torno al 2%), lo que supone una media en UE28 del 3%. En España esta producción es aún muy escasa (ver Anexo 3, Tabla 22).

III.3.2. Análisis del impacto asociado a la producción y consumo de biocarburantes

Como una de las fuentes renovables de energía, los biocarburantes contribuyen a la sostenibilidad económica, social y ambiental en los actuales procesos de crecimiento y cambio estructural, al representar una forma de diversificación de la matriz energética y

de la dependencia de productos petrolíferos, aumentando la capacidad de autonomía energética al incrementar los recursos autóctonos.

Sin embargo, no todas las fuentes renovables son económicamente competitivas con las energías convencionales en la actualidad; así, mientras las instalaciones eólicas, las de energía solar térmica de baja temperatura y las centrales minihidráulicas (<10 MW de potencia nominal) ya han alcanzado el umbral de rentabilidad, otras, como la solar fotovoltaica o los biocarburantes necesitan un apoyo que permita su desarrollo tecnológico, especialmente en el caso de los biocarburantes denominados avanzados, de mayor eficiencia energética y mejores condiciones de sostenibilidad ambiental, pero aún en proceso de experimentación o generación a pequeña escala. Por otra parte, su capacidad para reducir las emisiones GEI está también asociada a la materia prima de origen y al proceso productivo correspondiente, evitándose en el caso de los avanzados, dinámicas generadoras de grandes volúmenes de emisiones asociados en ocasiones a los convencionales.

A continuación se recogen los impactos positivos y negativos vinculados a la producción y consumo de los biocarburantes como elementos para entender la evolución del sector, el comportamiento del mercado, las controversias surgidas en los últimos años y sus posibilidades y proyección de futuro.

III.3.2.1. Impactos positivos

El sector biocarburantes lleva implícita una expectativa de mejora relacionada con sus potenciales beneficios en los ámbitos socioeconómico, energético, medioambiental y tecnológico, como se aborda en este apartado.

Energéticos y ambientales

Los biocarburantes representan actualmente una fuente de energía renovable capaz de sustituir parte del consumo de los carburantes convencionales y diversificar la matriz energética. La posible reducción de la dependencia energética y de las emisiones GEI respecto al consumo de productos petrolíferos son las principales ventajas de estos productos en su aplicación al transporte (Tabla 3). El cálculo del ahorro energético y de emisiones se realiza considerando el denominado “ciclo de vida de los biocarburantes”, que incluye todas las etapas relacionadas con su producción y uso, desde las correspondientes al cultivo o recolección de la materia prima, hasta las operaciones de

mezcla y distribución en las estaciones de servicio, pasando por el transporte de los productos brutos y elaborados³⁵.

TABLA 3

VENTAJAS ASOCIADAS A LOS BIOCARBURANTES

BIODIESEL						
	Biodiesel aceites vegetales crudos (BD100A1)	Biodiesel aceites vegetales usados (BD100A2)	Biodiesel mezcla BD10A1	Biodiesel mezcla BD10A2	Biodiesel mezcla BD5A1	Biodiesel mezcla BD5A2
Ahorro de energía primaria respecto a diésel EN-590	45%	75%	4%	7%	2%	3%
Ahorro de energía fósil respecto a diésel EN-590	75%	96%	7%	9%	3%	4%
Reducción emisiones CO ₂ respecto a diésel EN-590	120g/km (91%)	144g/km (84%)	12g/km (8%)	15g/km (9%)	6g/km (4%)	8g/km (5%)
Reducción de emisiones GEI (CO ₂ eq) respecto a diésel EN-590	92g/km (57%)	144g/km (88%)	10g/km (6%)	15g/km (9%)	5g/km (3%)	8g/km (5%)

BD100A1: BD crudo al 100%

BD100A2: BD aceite vegetal usado 100%

BD10A1: BD crudo al 10% con diésel

BD10A2: BD aceite vegetal usado al 10%

BD5A1: BD crudo al 5% con diésel

BD5A2: BD aceite vegetal usado al 5%

BIOETANOL		
	Bioetanol 85% (E85)	Bioetanol 5% (E5)
Ahorro energía primaria respecto a gasolina 95	17%	0,28%
Ahorro energía fósil respecto a gasolina 95	36%	1,12%
Considerando fijación neta de CO₂ en forma de rizodepósitos		
Reducción de emisiones CO ₂ respecto a gasolina 95	170g/km (90%)	8g/km (4%)
Reducción emisiones GEI (CO ₂ eq) respecto a gasolina 95	144g/km (70%)	7g/km (3%)
Sin considerar fijación neta de CO₂ en forma de rizodepósitos		
Reducción de emisiones CO ₂ respecto a gasolina 95	151g/km (79%)	7g/km (4%)
Reducción emisiones GEI (CO ₂ eq) respecto a gasolina 95	125g/km (61%)	6g/km (3%)

Nota: la energía primaria es aquella que se encuentra disponible en la naturaleza, pudiendo agruparse en energía renovable y fósil.

Fuente: Sáez et. al., 2005, pp. 105-106.

Según lo anterior, el impulso a la utilización de biocarburantes como alternativa a los combustibles convencionales se apoya en su capacidad para reducir las emisiones GEI frente a la gasolina o el gasóleo a los que reemplazan, debido fundamentalmente a la

³⁵ En el caso del estudio de referencia las variables que reflejan estas etapas son: fijación de carbono en el suelo en forma de rizodepósitos, emisiones N₂O de la agricultura, origen del cereal, distancia del transporte del grano, producción de las plantas de biocarburantes, sustitución de la electricidad producida por cogeneración a determinada cuota producida en centrales de carbón y fuel, y mezcla del combustible consumido (Sáez et al., 2005).

fijación de dióxido de carbono durante la fase de cultivo, tanto en las partes cosechadas (grano y paja) como en las que quedan en la tierra (rastrajo, raíces), en cantidades que compensan la emisión producida durante su combustión.

Los resultados obtenidos por Sáez et al. (2005) confirman la capacidad de ahorro energético y reducción de emisiones de CO₂ tanto en el caso del biodiesel como del bioetanol, más pronunciada en el caso de mayores mezclas (B100 y E85). Por otro lado es mayor el ahorro de energía del biodiesel frente al alcanzado por el bioetanol, si bien la cuota de reducción de emisiones es más elevada en el caso del bioetanol (Tabla 3). También hay diferencias sustanciales según el tipo de cultivo destinado a esta producción, oscilando la reducción de emisiones entre los 17 y los 79 g de CO₂ equ. por megajulio de biocarburantes producido (ver Anexo 2, Gráfico 27).

Un análisis sobre los biocarburantes producidos en España, que contempla las fases de cultivo (incluyendo la producción de fertilizantes y fitosanitarios, así como el rendimiento de cada cultivo), transporte a la planta de transformación más cercana, producción, transporte a estaciones de servicio y uso final de los productos, estima un ahorro de emisiones superior al objetivo del 35% establecido por los criterios europeos de sostenibilidad (Directiva 2009/28/CE³⁶) para los años 2010 a 2017 (excepto en el caso del biodiesel de cardo en el escenario de aprovechamiento sólo de la semilla), y en la mayoría de los casos superan el 50% (a alcanzar en 2017), correspondiendo los mayores ahorros a la producción de biodiesel a partir de girasol de secano en Andalucía. En el proceso productivo la etapa que mayores emisiones genera es habitualmente la agrícola, seguida de la de transformación (Lechón et. al., 2011) (Real Decreto 1597/2011, texto consolidado 5/12/2015).

TABLA 4
REDUCCIÓN EMISIONES GEI (ENERO A DICIEMBRE 2015)

Tipo Biocarburantes	Reducción GEI (%)	Requisito RD 1597/2011 (%)	Reducción total (%)
Biodiesel	50	35	54
Hidrobiodiesel	44		
Bioetanol	73		

Nota: las reducciones de emisiones se han calculado a partir de los valores típicos (Anexo I Real Decreto 1597/2011). Es posible calcular la reducción de emisiones de GEI derivadas del uso de los biocarburantes, utilizando la calculadora CALCUGEI del IDAE.

Fuente: elaboración propia con datos de *Estadística de Biocarburantes*, CNMC.

³⁶ La Unión Europea admite que el uso de biocarburantes supone una reducción en todo el ciclo de vida de las emisiones GEI en ausencia de efecto del cambio indirecto del uso de la tierra (o efecto ILUC por sus siglas en inglés), que depende de cada proceso productivo y puede calcularse utilizando la metodología establecida. Como garantía, establece el cumplimiento de criterios de sostenibilidad.

Por su parte, la Estadística de Biocarburantes de la Comisión Nacional de Mercados y Competencia estima un ahorro medio de emisiones GEI correspondiente al consumo de biocarburantes en España en 2015 del 54% (Tabla 4).

Socioeconómicos

Al sector biocarburantes se le considera atenuante de disparidades regionales, impulsor de la economía de divisas y la reducción de la dependencia del petróleo importado, fortalecedor del componente renovable de la matriz energética, y favorecedor de las condiciones ambientales y la mejora de la salud vía reducción de la contaminación, especialmente en grandes núcleos urbanos de países latinoamericanos, como Brasil, país con grandes posibilidades de aplicación del biodiesel en el transporte urbano, interurbano, ferroviario y acuático de pasajeros y carga, generadores y motores estacionarios (Aras, 2011), o Argentina, donde también se dan condiciones para cubrir mediante biocarburantes las necesidades del mercado interno evitando el dilema “alimentos vs. energía”.

En el sector agrícola

La producción de biocarburantes representa un potencial de expansión agrícola en determinados países y regiones. Actualmente existen en el mundo unos 1.560 millones ha. de uso agrícola, y entre 250 y 800 millones ha. de tierras potencialmente disponibles para cultivos, la mayoría en zonas tropicales de América Latina y en África. Algunas investigaciones han analizado el potencial del biodiesel como factor dinamizador de la inclusión social de los agricultores (productores minifundistas rurales) mediante la creación de empleo y generación de ingresos gracias a la participación en la cadena productiva de los biocarburantes (Aras, 2011).

A los efectos de garantizar una producción sostenible de materias primas destinadas a la producción de biocarburantes, resulta fundamental el avance en la consolidación de políticas y programas de ordenamiento territorial y ambiental y de zonificación agroecológica–económica, así como la coordinación de estas con políticas y planes sectoriales. Además, debe garantizarse el cumplimiento de las disposiciones legales, reforzando los aparatos institucionales en ese ámbito y ampliando la disponibilidad y modernización de los sistemas de control y seguimiento, orientados a la zonificación de áreas potencialmente cultivables, tierras marginales y áreas de alto valor de conservación (Aras, 2011).

En mercados derivados

El impacto positivo de los coproductos y subproductos de la producción de etanol (granos destilados, gluten feed, bagazo de caña) y biodiesel (harinas proteicas),

representa un aspecto escasamente mencionado en las posiciones críticas a los biocarburantes, cuya producción crecerá a medida que aumente la de biocarburantes.

En el caso del etanol de maíz, por cada tonelada utilizada de grano en su producción se obtienen 290 kilos de granos destilados, que retornan al circuito de alimentación animal. Para el biodiesel, el aumento previsto en la producción de aceites vegetales implica un crecimiento significativo en la oferta de harinas proteicas y una consecuente presión bajista de los precios que atenuaría las tensiones generadas en la producción pecuaria por los eventuales mayores precios de los granos forrajeros (Aras, 2011).

En la I+D+i

El efecto de este sector en el ámbito de la investigación y desarrollo tecnológico, tanto la orientada a la producción y transformación de las materias primas, como a la mejora de los procesos productivos de biocarburantes, es clave en términos de aumento en los rendimientos, optimización de procesos productivos y tecnológicos de conversión más eficientes, producción conjunta de cultivos para alimentación y biocarburantes, aprovechamiento de materias primas no alimentarias y/o de tierras marginales, etc.

Todos estos avances darían también lugar a una mayor productividad y a usos más eficientes de la tierra, contribuyendo a reducir la presión alcista en los precios de los *commodities* alimentarios (Aras, 2011).

III.3.2.2. Impactos negativos

Los aspectos negativos ligados a la producción de los biocarburantes, especialmente los de primera generación o convencionales, llegan a cuestionar su capacidad para reportar beneficios socioeconómicos o medioambientales. Algunos estarían relacionados con la necesidad de disponer de una superficie mínima de cultivo, o con la frecuentemente escasa formación de técnicos y agricultores en esta materia; desde el punto de vista económico es necesario contar con importantes inversiones iniciales, además de afrontar cierto riesgo ligado a una producción mínima que permita cierta disponibilidad de materias primas; y desde una perspectiva medioambiental se deben reducir los impactos ligados a las centrales de producción de biocarburantes, al transporte de productos y al consumo de energía.

Por su interés en la discusión final, a continuación se detallan estos aspectos negativos identificados en los ámbitos que inciden más directamente en el análisis de la tesis.

En el comercio internacional

La Ronda de Doha (OMC, 2001), orientada a promocionar el comercio de los países en desarrollo, afecta en gran medida al mercado de biocarburantes, puesto que las materias

primas tienen su origen fundamentalmente en países latinoamericanos e Indonesia, cuyas barreras arancelarias y elevados subsidios representan un obstáculo al comercio internacional, mientras en los países importadores, como UE y Estados Unidos, las políticas se orientan a la protección del sector, mediante el apoyo a la producción agrícola local y el establecimiento de restricciones a la importación de dichos productos. De hecho, la agricultura es probablemente la razón principal del estancamiento de la Ronda de Doha, cuyas negociaciones deberían haber finalizado en 2005.

En todo caso, estas medidas son menos restrictivas para las materias primas utilizadas en la producción de biodiesel, que llegan al mercado europeo procedente de América Latina y Asia en forma de aceite vegetal, sin someterse al pago de tarifas al considerarse un producto o *commodity* industrial, mientras el etanol, considerado producto agrícola terminado, está sometido a mayores restricciones (Aras, 2011³⁷). Ambos productos afrontan por tanto una desigual situación de partida, en base a su diferenciada clasificación por el Sistema Armonizado de la Organización Mundial de Aduanas³⁸.

En el ámbito agrícola y uso de la tierra

La OCDE estima que la producción agrícola aumentará un 60% respecto a 2005 en los próximos 40 años para satisfacer la creciente demanda alimentaria, lo que supondría una producción adicional de 1.000 millones ton. de cereales por año hasta 2050 (OCDE-FAO, 2013). Simultáneamente, se requerirá una producción destinada a proveer materia prima a la demanda de biocarburantes, previéndose que la correspondiente a etanol aumente casi un 70% en 2022 respecto a la media de 2010-2012, hasta los 168 millones de litros, manteniéndose como principales productores Estados Unidos, Brasil y la Unión Europea. Para esta producción se proyecta una creciente participación mundial de caña de azúcar (29%), aceite vegetal (15%) y cereales secundarios (12%) ese año (OCDE, 2013³⁹).

Actualmente los biocarburantes convencionales, procedentes en su mayor parte de cultivos, cubren el 4,5% de la demanda total de combustible en la UE, pero el escaso rendimiento agroenergético obliga a impulsar la intensificación de cultivos, aumentando el uso de recursos hídricos, abonos y plaguicidas. Ante el beneficio que genera a los agricultores, se han dado casos de desplazamiento de cultivos destinados a

³⁷ Ver páginas 21 a 23.

³⁸ Según este Sistema el etanol se encuentra en el capítulo 22, y es considerado bien agrícola (SA 220710 alcohol sin desnaturalizar, y SA 220720 alcohol desnaturalizado), mientras el biodiesel se encuentra en el capítulo 38, y es considerado bien industrial (SA 382490).

³⁹ Ver páginas 21 y 48.

alimentación, aumentando la transformación de zonas antes ocupadas por prados o masas forestales en cultivables, lo que provoca deforestación y pérdida de biodiversidad, especialmente en América Latina, África y Asia, si bien el potencial de expansión de las tierras agrícolas es limitado (se prevé que la tierra cultivable aumente en unos 69 millones de hectáreas -menos del 5%- hacia 2050). En este proceso es clave que los gobiernos locales velen para que los inversores respeten los intereses de la población local, evitando el desplazamiento de poblaciones campesinas (Oxfam, 2012⁴⁰).

En el alcance del objetivo del 10% de fuentes renovables en el transporte para 2020, se prevé que la Unión Europea necesite importar el 44% del bioetanol y el 36% del biodiesel, lo que equivaldría a 3,1 y 7,1 MTep respectivamente. El cambio esperado de uso de la tierra asociado a la producción y consumo europeo de biocarburantes convencionales estaría entre los 4,7 y los 7,9 millones de hectáreas, que podría impactar en territorio europeo (algunos Estados miembros dedican una elevada proporción de la superficie agraria a esta producción, como Eslovaquia (12,5%), República Checa (6,3%), Francia (6%), y Alemania (5,5%)), o sobre terceros países, en función del cultivo (ver Anexo 2, Gráfico 28 y Gráfico 29).

En todo caso, los países no europeos destinan a la producción de biocarburantes menos del 1% de la superficie agraria total, a excepción de Argentina (3%) y Paraguay (4%), principales productores de soja para elaborar biodiesel en la Unión Europea en 2010.

Pese a los problemas apuntados, la agricultura latinoamericana se desarrolla en una elevada proporción bajo prácticas conservacionistas y ambientalmente sostenibles. Desde el punto de vista tanto de los riesgos ambientales vinculados a los procesos de expansión de la frontera agrícola como de los asociados a la intensificación de los cultivos, los países latinoamericanos cuentan con herramientas legales y experiencia en agricultura de conservación, cuyo perfeccionamiento y mayor aplicabilidad y/o difusión resultará fundamental para minimizar las eventuales externalidades negativas que puede representar la expansión de la producción agrícola para biocarburantes (Aras, 2011).

En el cambio climático

El uso de biocarburantes se considera “carbono-neutral”, es decir, teóricamente la combustión de la biomasa libera la misma cantidad de CO₂ que fue absorbida por la planta a lo largo de su crecimiento (CE 2015c y UNEP 2009). Sin embargo, en la práctica no siempre es así. Teniendo en cuenta un enfoque de ciclo de vida de los

⁴⁰ Ver páginas 25 a 28.

biocarburantes, las emisiones GEI son función de diversos factores, como el rendimiento de los cultivos, los insumos de fertilizantes aplicados (p.e. la emisión de 1 kg de N₂O equivale a 298 kg de CO₂ en un horizonte de 100 años, según Solomon et al, 2007⁴¹), o la energía utilizada en el proceso productivo (p.e. la cogeneración⁴² reduce las emisiones respecto a la generación convencional de energía).

Además, el cambio de uso del suelo también puede ejercer un efecto en este sentido. Estudios recientes han demostrado que la conversión de bosque, sabana, pastizales o terrenos abandonados en cultivos orientados a producir biocarburantes generan emisiones significativas de GEI al destruir formaciones vegetales que conforman grandes reservas naturales de carbono. Al mismo tiempo se crea una “deuda de carbono”⁴³ en función del cultivo, siendo más elevada en el caso de las turberas indonesias o malayas convertidas en cultivos de palma, que liberan 3.452 tCO₂/ha, y requiere 423 años para cancelarse (Fargione et al., 2008; Australian Biofuel Institute, 2008; Gibbs et al., 2008; Searchinger et al., 2008; Fritsche, 2008⁴⁴); en Estados Unidos el cultivo de maíz para producir etanol sobre tierras destinadas a pastos puede emplear unos 90 años en compensar la emisión de GEI, y unos 50 años en el caso de utilizar terrenos agrícolas abandonados. En Brasil, la conversión de sabanas en cultivos de soja invierte 37 años en compensarse a efectos de emisiones GEI, mientras reemplazar llanos boscosos por cañaverales provoca una deuda de 17 años.

En la Unión Europea la información aportada por los Planes Nacionales de Acción de Energías Renovables ha permitido estimar las consecuencias asociadas a la demanda esperada de biocarburantes a 2020, según la cual Reino Unido, España y Alemania serían cada uno responsables de un impacto equivalente a más del 20% de la tierra de cultivo utilizada para la producción indonesia de aceite de palma. Esta estimación, derivada de modelos sobre cambio del uso de la tierra como consecuencia del

⁴¹ En UNEP, 2009, p. 59.

⁴² Proceso mediante el cual se obtienen simultáneamente energía eléctrica y térmica útil (vapor, agua caliente sanitaria). Junto a su mayor eficiencia energética, al aprovechar tanto el calor como la energía mecánica o eléctrica generada en el mismo proceso, produce la electricidad cerca del punto de consumo, evitando cambios de tensión y transporte a larga distancia, que representan una pérdida de energía habitual en el caso de las centrales eléctricas convencionales.

⁴³ “La conversión de hábitats naturales en cultivos libera CO₂ como resultado de la combustión o descomposición microbiana del carbón orgánico almacenado en la biomasa vegetal y los suelos. Tras una rápida liberación por el fuego utilizado para aclarar la superficie o por la descomposición de hojas y raíces, hay un prolongado periodo de emisión de gases de efecto invernadero a medida que las ramas, raíces gruesas y otros productos madereros se descomponen. Denominamos a la cantidad de CO₂ liberado durante los primeros 50 años de este proceso “deuda de carbono” de la conversión de la tierra” (Fargione J. et al., 2008, p. 1236).

⁴⁴ En UNEP, 2009, p. 67.

cumplimiento de objetivos de biocarburantes, apunta a que la demanda europea podría provocar la liberación de entre 27 y 56 millones de toneladas adicionales de CO₂ anuales (ver Anexo 2, Gráfico 30).

Así pues, hacia 2030, las emisiones correspondientes al 10% del consumo total de carburantes convencionales alcanzarían los 0,84 Gigaton. CO₂, de las que la utilización de biocarburantes podría evitar entre 0,17 y 0,76 Gigaton (entre un 20 y un 90%), mientras las emisiones anuales de CO₂ provocadas por cambios en el uso del suelo se estiman entre 0,75 y 1,83 Gigaton. de CO₂ (Ravindranah et. al., 2009⁴⁵), cuestionando la efectividad neta de estas producciones en el objetivo perseguido. Por el contrario, los biocarburantes que proceden de biomasa residual o biomasa cultivada en terrenos agrícolas degradados o abandonados incurren en una pequeña o nula deuda de carbono, destrucción de hábitats o competencia por la producción de alimentos (Polanski et al., 2008).

En los sistemas hídricos

El consumo de recursos hídricos en la producción de biocarburantes varía según la materia prima y la región de referencia. A escala mundial, se estima que alrededor de 1% del agua utilizada para riego se aplica a estos cultivos. Los impactos provocados por la producción intensiva de materias primas para biocarburantes sobre la calidad del agua se derivan de prácticas inadecuadas de cultivo (uso excesivo de agroquímicos), la pérdida de nutrientes en el suelo por intensificación de la producción, o del funcionamiento de las plantas de procesamiento para obtener bioenergía. En el caso de plantaciones forestales, operaciones como el desmonte de vegetación próxima a los cursos de agua, pueden cambiar las propiedades físicas de los sistemas hídricos (turbidez, temperatura y oxígeno disuelto). En general, la materia prima extraída de cultivos agrícolas tiene un impacto negativo potencialmente mayor sobre los sistemas hídricos que la bioenergía obtenida de masas forestales de turno corto, el mijo, o de residuos celulósicos (OCDE-FAO, 2011).

Es decir, el agua necesaria por unidad de energía producida para fabricar biocarburantes avanzados es entre 3 y 7 veces inferior a la requerida para producir biocarburantes convencionales, ya que estos cultivos pueden aprovechar en mayor medida el agua de lluvia, colaborando a reducir la erosión del suelo y al control de inundaciones. De cualquier modo, el efecto final en el equilibrio hídrico está sujeto a incertidumbre, ya que algunas materias primas destinadas a la producción de biocarburantes de segunda generación pueden requerir riego durante su aclimatación para aumentar el rendimiento.

⁴⁵ En UNEP 2009, p. 67.

En el precio de los alimentos

Esta es una cuestión controvertida y sobre la que es posible encontrar posiciones muy diferentes. En el análisis del impacto de los biocarburantes sobre los precios de los productos básicos agrícolas y de alimentos, resulta fundamental distinguir entre el corto y el medio-largo plazo. A corto plazo el aumento de los precios de los *commodities* agrícolas⁴⁶ puede comprometer la seguridad alimentaria en países en desarrollo importadores netos de alimentos, determinando la necesidad de establecer medidas que garanticen el acceso de la población a los alimentos. Pero, en el medio y largo plazo, esta demanda ofrece la posibilidad de fortalecer y revitalizar el papel de la agricultura como motor de crecimiento de países en desarrollo, requiriéndose un claro compromiso por parte de los gobiernos para potenciar la productividad agrícola, resultando claves las inversiones públicas. El apoyo debe orientarse a habilitar a los pequeños agricultores para mejorar su producción y obtener acceso a los mercados (FAO, 2008a⁴⁷).

Los datos estadísticos recogidos para el periodo 2004 a 2014, permiten observar cierta relación entre los índices de precio de productos básicos y el de producción de biocarburantes hasta 2011, especialmente evidente en el caso del azúcar (hay que recordar que la producción mundial de etanol supone el 80% del total de biocarburantes) (ver Anexo 2, Gráfico 31). Sin embargo, entre 2014 y 2015 los precios internacionales de los alimentos disminuyeron un 14% como resultado de una mejora sostenida en las perspectivas de la producción y los niveles de existencias, manteniéndose la incertidumbre asociada a la incidencia fenómenos meteorológicos adversos o a la variabilidad de los precios del petróleo, que podrían provocar de nuevo a futuro un alza en los precios internacionales de los alimentos. Hacia 2020, Europa podría necesitar una quinta parte de la producción mundial de aceite vegetal para satisfacer su demanda de combustible, y dado que el 80% del biocombustible europeo es biodiesel (elaborado principalmente a partir de colza, soja y aceite de palma), los objetivos europeos podrían ejercer un claro impacto en los precios del aceite vegetal y las semillas oleaginosas a nivel mundial (Oxfam, 2012).

En todo caso, es complejo analizar los vínculos concretos entre biocarburantes, elevación de precios de los alimentos y seguridad alimentaria, al menos por cuatro razones: la lejanía geográfica entre causa y efecto, que provoca que esta relación sea

⁴⁶ *Commodity agrícola*: mercancía obtenida a través de cultivos, cuyo precio puede ser muy volátil, afectando negativamente al sector agrícola, la seguridad alimentaria y la economía. Le afectan factores como el cambio climático, nivel de existencias, precios de la energía, tipos de cambio, presión sobre los recursos naturales, restricciones al comercio o especulación (Fernández Sanjuan et al. pp. 6-8).

⁴⁷ Ver páginas 84 a 101.

parcial, asimétrica y con desfases temporales; la compleja extrapolación de fenómenos entre diferentes mercados (Brasil, Estados Unidos y Europa); el reto de evaluar simultáneamente los efectos a corto y largo plazo; y la coexistencia con otros factores (como el aumento de precios de insumos -fertilizantes y energía-, políticas comerciales, situación del dólar, especulación financiera, tipos de cambio, variaciones en consumo de otras materias primas, etc). De las investigaciones se puede concluir que la incorporación de una demanda rígida de biocarburantes afecta al precio de los productos básicos, sobre todo en el corto plazo; que los diferentes biocarburantes ejercen distintos efectos en este sentido; y que estos productos establecen un vínculo entre mercados alimentarios y energéticos, si bien es difícil establecer un grado concreto de correlación (FAO, 2013⁴⁸).

Tecnológicos

Frente a la facilidad de los productos petrolíferos para ser transportados en grandes cantidades por diversos medios, reduciendo el coste de distribución (inferior al 1% del precio total), el etanol en mezcla con gasolina no puede utilizar oleoductos o almacenarse en tanques convencionales, porque, dada su afinidad por el agua captaría la humedad de las estructuras, impidiendo su utilización en motores convencionales. La necesidad de realizar la mezcla en gasolineras complica la distribución y logística de estos productos al necesitar camiones cisterna, supone elevar el precio final, y aporta incertidumbre sobre la veracidad de la mezcla.

Respecto a su utilización, las especificaciones técnicas de los vehículos permiten determinadas mezclas en volumen sin necesidad de que la petrolera o estación de servicio tenga que advertir al cliente (ver epígrafe III.1, Tabla 2).

Económicos

Actualmente los precios de los biocarburantes no son competitivos respecto a los de los carburantes convencionales. A su menor presencia en el mercado hay que añadir el fin de la exención de impuestos de hidrocarburos, o la necesidad de cumplir determinados criterios de sostenibilidad, que encarecen el producto final.

El coste de la producción del biocarburante depende en gran medida del precio de la materia prima, lo que se considera una de las principales barreras al desarrollo de la industria de los biocarburantes al representar entre el 60 y el 90% de la estructura de costes (Funseam, 2014). Las medidas aplicadas hasta ahora, en relación al cultivo de productos no alimenticios en superficies objeto de subvención en concepto de retirada

⁴⁸ Ver páginas 67 a 88.

de explotaciones agrícolas, aunque merecen una valoración positiva, no han sido suficientes (García Camus y García Laborda, 2006⁴⁹). Además, la Comisión Europea eliminó en 2010 el régimen de ayudas a los cultivos energéticos incorporadas con la reforma de la PAC de 2003, debido a la elevada demanda de biocarburantes, que en opinión de ese organismo hace que las primas a dichos cultivos no sean necesarias.

Por otra parte, este sector presenta una elevada sensibilidad a factores como el precio del crudo, ya que los productos petrolíferos se emplean en muchos de los procesos de cultivo o recogida de las materias primas, el transporte y el proceso de transformación en biocarburantes. A estas habría que añadir otras variables, como los costes asociados a la construcción y puesta en marcha de las plantas productoras, los gastos operativos distintos a la materia prima, o la venta de los co-productos obtenidos en el proceso de conversión, que reducirían el coste total de producción. Este coste difiere para el bioetanol y el biodiesel; así en 2012 el coste de producción de biodiesel convencional a partir de aceite de palma alcanzó 1\$/l, el producido a partir de soja 1,3\$/l, y el biodiesel europeo a partir de aceite de colza 1,35\$/l. Respecto al bioetanol producido en Estados Unidos, el coste osciló entre los 0,94 y 1\$/l, por debajo del producido en Europa a partir de trigo y otros cereales, que alcanzó los 1,4\$/l (Funseam, 2014).

Este sector se ha mostrado en la última década como una nueva variable del mercado capaz de incidir en los precios de los productos básicos. El papel de las políticas sobre biocarburantes resulta clave en este proceso, al propiciar la derivación de grandes volúmenes de cultivos alimentarios hacia la producción de bioetanol y biodiesel, provocando una situación difícilmente reversible en los países en vías de desarrollo, para lo cual sería necesario a corto plazo eliminar los subsidios e impuestos a la importación de bioetanol, y a largo plazo aumentar la productividad agrícola en estos países, mejorando las políticas e infraestructura relacionadas con el almacenamiento, distribución y comercio de sus productos (Rosegrant, 2008).

En conclusión, pese a las críticas respecto a su efectividad en términos de emisiones y elevados costes de producción y utilización, algunos investigadores sugieren que la situación de los biocarburantes convencionales bajo determinadas condiciones de promoción es prometedora, si bien las mayores expectativas están puestas en biocombustibles avanzados, que se espera converjan en costes con los convencionales hacia 2030 (Ajanovic y Haas, 2010, en Guerrero et al., 2012). En este marco de costes, y con expectativas de mejora en el balance de emisiones GEI *well-to-wheel* (que en este

⁴⁹ Ver páginas 17, 29 y 30.

caso sería más bien “crop-to-wheel” o “waste-to-wheel”, es decir, desde la generación del combustible, vía cultivos, aprovechamiento de residuos, etc., hasta el vehículo que lo utilice), los resultados de las investigaciones pueden servir de incentivo a la inversión en biocarburantes y justificar políticas de impulso al sector.

III.3.3. Posiciones internacionales relativas al sector biocarburantes

El desarrollo de los biocarburantes, especialmente los de primera generación, ha sido objeto de fuerte controversia en los últimos años, dado que, como se ha visto, pese a las ventajas relacionadas con su capacidad para reducir las emisiones contaminantes, aumentar la diversidad y seguridad del abastecimiento energético, y representar una oportunidad para la agricultura y el desarrollo rural, también se admiten problemas que cuestionan su capacidad efectiva para alcanzar los mencionados beneficios.

La situación del sector en las distintas regiones del mundo refleja también la disyuntiva entre detractores y defensores respecto a la generación y uso de los biocarburantes surgida a partir de la experiencia, y según la cual más allá de los beneficios apriorísticos aparecen nuevos elementos a considerar en el debate.

La Declaración de Doha anima a la “reducción o eliminación de los obstáculos arancelarios de los bienes y servicios ecológicos” (OMC 2001, párrafo 31), entre los que podrían incluirse los biocarburantes derivados de prácticas agrícolas sostenibles, cuyo papel se considera relevante en las estrategias de desarrollo económico y para el cumplimiento de las agendas internacionales de progreso, como los Objetivos de Desarrollo del Milenio (hoy Objetivos de Desarrollo Sostenible), o de mejora del medio ambiente, como el Protocolo de Kioto, ambos en el marco de Naciones Unidas. Por el contrario, otros organismos internacionales (OCDE, Fondo Monetario Internacional y FAO), y ONGs (Amigos de la Tierra, Acción contra el Hambre, Ayuda en Acción, Caritas, ONGAWA y Prosalus) comparten que el uso de biocarburantes puede constituir un factor de elevación del precio de los alimentos, y llegan a reconsiderar la naturaleza sostenible de estos productos, debido no tanto a la utilización de energía fósil para su generación, sino al posible desplazamiento de determinadas materias primas para la producción alimentaria (Montes Torralba, 2010).

Brevemente se recogen a continuación los pros y contras identificados en las principales regiones productoras de biocarburantes convencionales:

Latinoamérica

Argentina y Brasil, que reúnen las mejores condiciones para expandir su oferta exportadora de biocarburantes, y cuyo potencial productivo por excelencia es la caña de azúcar para etanol y la soja para biodiesel, destacan como principales países

productores. El etanol cuenta con una situación más ventajosa, al ser la caña de azúcar un cultivo con elevado potencial energético, si bien las posibilidades de exportación están restringidas por barreras arancelarias impuestas desde países desarrollados, ya que frente al aceite vegetal (*commodity* industrial), el bioetanol y la caña de azúcar no están consolidados como productos industriales en el mercado internacional (Furtado, 2009).

En el caso de Argentina, a la disponibilidad inmediata de materias primas convencionales, se suma una amplia variedad de materias primas alternativas⁵⁰. El sector oleaginoso argentino es uno de los más eficientes del mundo, gracias a los bajos costes de producción, la ubicación privilegiada de su industria aceitera (en puertos de salida y próximos al núcleo de producción de soja) y el alto desarrollo tecnológico de las plantas. Con su producción agrícola actual, Argentina dispone de la materia prima necesaria para satisfacer la demanda del mercado interior, y además de un gran potencial de exportación de biodiesel que depende de la cotización del producto respecto al aceite vegetal en el mercado internacional, pudiendo aumentarlo en función de la capacidad de biorrefino (Aras, 2011).

Por su parte Brasil, país pionero en el sector de los biocarburantes desde la década de 1970, considera estratégicos los combustibles renovables bajo la premisa de que son abundantes, baratos y eficientes, y menos contaminantes. En 2012, el 87% de los vehículos vendidos en Brasil eran *flex-fuel* (de “combustible flexible”, consumen indistintamente gasolina o etanol), alcanzando el objetivo de mezcla un 25% (E25) (OCDE-FAO, 2015). Evidentemente, este país dispone de un amplio elenco normativo que desde 2004 viene impulsando este sector⁵¹.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que en diversos países latinoamericanos el crecimiento económico provoca la expansión de monocultivos, frecuentemente orientados a la producción de biocarburantes, cuyas materias primas están sustituyendo a los cultivos tradicionales y provocando el desplazamiento de poblaciones campesinas

⁵⁰ Si bien todavía algunas han alcanzado un menor desarrollo o importancia productiva (maní, algodón, colza y cártamo), y en otras la experiencia es escasa o inexistente (ricino, *jatropha*, *lesquerella*, lupino, jojoba, sésamo, algas, microalgas, etc. para el biodiesel, y remolacha azucarera, sorgo dulce, topinambur y materias primas lignocelulósicas -switchgrass, *miscanthus*, etc.- en el caso del etanol) (Aras, 2011, ver pp. 65 a 95).

⁵¹ En 2004 se publicó el Programa Nacional de Brasil de Producción y Uso de Biodiesel (PNPB). Además, la Ley nº 11.097, de 2005, creó un mercado cautivo para el biodiesel, mientras la Ley Federal nº 11.116, de 2005, prevé la reducción parcial o total de tributos federales que inciden sobre la comercialización de biodiesel según la materia prima utilizada, del productor-vendedor, de la región productora de la materia prima o de una combinación de esos factores. La adquisición de biodiesel generado con materias primas cultivadas por agricultores familiares merece un tratamiento preferencial en el modelo tributario brasileño (68% de reducción).

(Kucharz, 2008⁵²). Es lo que ocurre en Argentina, donde la creciente producción agrícola está invadiendo zonas forestales y originando el desplazamiento de poblaciones campesinas; en Brasil, donde la producción de soja y caña de azúcar en cultivos agroindustriales está provocando una reducción de entre el 50 y el 80% de la reserva forestal amazónica; en Colombia, donde la generación de biocarburantes incide en el desplazamiento de poblaciones y destrucción de los ecosistemas por la expansión de monocultivos agroindustriales (azúcar, maíz, palma aceitera o soja), provocando la pérdida de nutrientes del suelo, el agotamiento de los recursos hídricos, o la elevación de los precios de estos productos en el mercado; y en Guatemala, cuya producción de caña azucarera está arrasando zonas de selva y bosques naturales (82.000 ha/año), aumentando fenómenos climáticos extremos, y liberando gran cantidad de GEI, al quemarse cerca del 90-95% de la caña cultivada como parte del proceso industrial (50 kg de CO₂ /hectárea quemada, generando alrededor de 9.000 toneladas de CO₂/año) (FIAN, 2009).

Entre los países latinoamericanos secundarios en esta producción se encuentra México, donde los biocarburantes no resuelven la pobreza del agricultor, ya que el alza de precios en los alimentos agrava una mala situación estructural del sector agrícola, en un país que ha relegado la prioridad del autoabastecimiento alimentario; se percibe, sin embargo, una apuesta por los biocarburantes avanzados, siendo clave destinar recursos orientados al impulso de la I+D en el sector (Serna et al., 2011). En Ecuador, los cultivos de palma africana se relacionan con el desplazamiento de grupos indígenas de zonas afro-ecuatorianas y el Amazonas, y con la migración de granjeros a las ciudades, si bien algunas empresas han comenzado a implementar programas de desarrollo social otorgando asistencia técnica, ayuda para la legalización de tierras y obtención de créditos a pequeños productores. Colombia, por su parte, sufre apropiaciones ilegales de tierras pertenecientes a comunidades indígenas, que posteriormente son legalizadas y utilizadas para la producción de palma aceitera (Dufey y Stange, 2011).

Pese a la existencia de riesgos asociados a su desarrollo, los biocarburantes pueden ofrecer oportunidades para el logro de objetivos económicos, ambientales y sociales en América Latina y Caribe, especialmente cara a la promoción del desarrollo rural. Para ello es fundamental la adopción de políticas de apoyo al sector enfocadas a la promoción del consumo interno, involucrando a pequeños productores y protegiendo los derechos a las tierras individuales y comunales, especialmente en el caso de los grupos vulnerables, desde las necesarias salvaguardias para evitar problemas sobre la seguridad

⁵² Ver páginas 3, 4, 12, 19 y 22.

alimentaria y la expansión de la frontera agrícola hacia zonas no aptas por sus especiales características ambientales (Dufey y Stange, 2011). Es decir, en beneficio de una producción más sostenible.

África

Representa un productor estratégico clave por su elevado potencial en el sector. Desde el año 2000 el continente africano manifiesta un interés creciente por esta producción, cuyo impulso obedece a prioridades políticas relacionadas con los elevados precios del petróleo, la incertidumbre sobre la disponibilidad de los carburantes, o la necesidad de potenciar el desarrollo económico y rural, pese a su modesta contribución en estos ámbitos.

Por otro lado, también en este caso se constata el impacto de los biocarburantes sobre los servicios ecosistémicos como consecuencia del cambio de uso del suelo, la contaminación, la intensificación agrícola o la introducción de especies invasoras. Al respecto, destaca por su uso en la producción de biodiesel el cultivo de Jatrofa (*jatropha curcas*), que puede ocupar plantaciones abandonadas de tabaco y algodón, o ecosistemas de sabana, no compitiendo directamente con la producción de alimentos, pienso o fibra. Además, su carácter de cultivo perenne y menores requerimientos de fertilizantes, le hacen interesante para el control de la erosión y rehabilitación del suelo, y puede aportar beneficios sociales asociados a proyectos locales de electrificación rural (Gasparatos et al., 2011). Respecto al bioetanol, se obtiene fundamentalmente a partir de caña de azúcar, cultivo por excelencia en África, que goza de una larga tradición en países como Malawi, donde se produce desde 1982; sus beneficios están relacionados con el ahorro de emisiones GEI (en ausencia de ILUC) y además no contiene sulfuro por lo que no emite dióxido de azufre; sin embargo puede competir directamente con cultivos alimenticios, e indirectamente con diversos servicios ambientales por contaminación de agroquímicos, acidificación y turbiedad en los cauces.

En definitiva, estos cultivos generan en África oportunidades económicas, pudiendo contribuir al impulso económico-social como agente de alivio de la pobreza y generar seguridad energética a largo plazo. Sin embargo, es necesario optimizar su gestión, impulsando cultivos de alto rendimiento, y apostar por tecnologías de captura de carbono, contemplando otras opciones distintas a la agroenergía para la fabricación de biocarburantes de primera generación, e impulsando la investigación de biocarburantes avanzados (Woods y Read, 2005).

Asia

China, un país en crecimiento con uno de mayores consumos de energía del mundo, dispone desde 2005 de una elevada capacidad de producción de bioetanol, gracias a una serie de medidas financieras y fiscales, como la exención del impuesto sobre el consumo, la devolución del IVA y subvenciones por pérdidas relacionadas con la producción, transporte y venta de bioetanol, producto que se obtiene a partir de cultivos de maíz, mandioca o arroz en un 80%, el 10% de azúcar y el 4% de residuos de pulpa de papel (aunque se pretende incentivar la utilización de tallos y plantas para reducir el efecto de la demanda de maíz sobre los precios del producto). El gobierno chino se propone alcanzar en 2020 el 15% de energías renovables, incluyendo los biocarburantes, respecto a los que en 2007 se estableció una moratoria para los generados a partir de granos y oleaginosas destinados a alimentación. Pese a las limitaciones, frecuentemente relacionadas con la insuficiencia de materia prima sostenible, la política va en la dirección de su impulso (Odarda y Santa Cruz, 2011).

Respecto a India, quinto mayor país consumidor de productos petrolíferos del mundo de los que el 72% es importado, el interés por los biocarburantes reside en la posibilidad de diversificar la matriz energética, reducir el impacto del aumento de los precios del petróleo y algunas consideraciones ambientales, aspectos que justifican el establecimiento de ambiciosos objetivos por parte del gobierno, que fijó una obligación de mezcla del 5% para etanol y del 20% para el biodiesel a alcanzar en 2012 (UNCTAD, 2006). La política india de biocarburantes se orienta a impulsar su producción, aprovechando el enorme potencial del país como productor de azúcar para fabricar etanol a partir de melaza; respecto al biodiesel, se prioriza una producción a partir de plantas no comestibles y grasas animales, puesto que la seguridad alimentaria tiene aquí carácter prioritario. La implicación de cinco departamentos ministeriales en la política india de estímulo a los biocarburantes constituye un ejemplo de relaciones sinérgicas y desarrollo endógeno. La nueva normativa desalienta la importación de biocarburantes y estimula la creación de plantaciones para aumentar las oportunidades de empleo rural (USDA, 2013).

Norteamérica

Prevalece en esta región la necesidad de reducir la dependencia del petróleo, considerando a los biocarburantes como una alternativa tecnológicamente prometedora en su aplicación al transporte, si bien aspectos como la insuficiente productividad o los efectos negativos asociados a la producción de los convencionales podrían reducir las expectativas.

La solución reside en la utilización de biomasa celulósica, estimándose que se podría alcanzar una elevada producción en este país, debiendo afrontar la inversión que supone la instalación de plantas de aprovechamiento lignocelulósico, para lo que se prevé la posibilidad de que tanto la materia prima de partida como la aplicación de nuevas tecnologías en futuras biorrefinerías abaraten los costes, aún más si se cuenta con ayudas de los gobiernos; la previsión es alcanzar una producción de escala comercial de biocarburantes avanzados en los próximos 15 años (Huber y Dale, 2009). Algunas líneas de investigación subrayan la conveniencia de analizar a nivel genómico los mecanismos por los que especies candidatas a producir biocarburantes interactúan con factores bióticos y abióticos que afectan a los ecosistemas y condicionan su sostenibilidad; relacionar ambos campos supondría una oportunidad para utilizar los sistemas biológicos en el diseño de sistemas de producción sostenible de biocarburantes (Ronning et al., 2014).

Unión Europea

La Unión Europea apuesta por los biocarburantes como sector clave para alcanzar el 20% de energía renovable y reducir al menos en un 20% las emisiones GEI para 2020 respecto a 1990, objetivos establecidos por el Paquete de medidas sobre clima y energía hasta 2020. En el caso del sector transporte, que deberá cubrir un 10% del consumo energético con energía renovable en 2020, el progreso de los últimos cinco años ha sido lento, alcanzando el 5,7% en 2014 debido en buena parte a la incertidumbre generada sobre los efectos del cambio indirecto del uso de la tierra, o al insuficiente desarrollo de los biocarburantes avanzados.

En torno al 79% del biodiesel y el 71% del etanol consumidos en la Unión Europea en 2014 fueron producidos en territorio europeo, importándose el resto de Argentina o Indonesia en el primer caso, y de EEUU o Brasil en el segundo. Respecto a las materias primas, más del 60% de las utilizadas para generar biodiesel se produjeron en Europa (principalmente soja), importándose palma indonesia (12%) y soja argentina (12%), mientras en el caso del bioetanol, casi el 80% de las materias primas se produjeron en territorio europeo, sobre todo trigo, maíz y remolacha azucarera (CE, 2015a). En este periodo se ha mantenido el biodiesel en una proporción dominante respecto al bioetanol; concretamente en torno al 80% de los biocarburantes utilizados en la UE en 2014 correspondió a biodiesel, el 19,7% a bioetanol y el 0,3% a la categoría “otros biocarburantes líquidos” (CE, 2015a) (ver Anexo 3, Gráfico 35).

Es evidente la diversidad de enfoques sobre esta cuestión. Se trata, en todo caso, de un sector que requiere de un apoyo político estratégico de medio o largo plazo coherente con otras políticas nacionales, del establecimiento de un marco fiscal y regulatorio transparente, así como de una administración eficaz y unas normas de protección ambiental que prioricen los beneficios de la población rural (Dufey et al., 2007).

Parece también necesario avanzar en la investigación relativa al coste-oportunidad de la expansión de materias primas para fabricar biocarburantes, así como respecto a su impacto sobre el precio de los alimentos en países en vías de desarrollo, analizando el efecto de las barreras tarifarias que restringen el mercado. Desde un planteamiento cooperativo los países desarrollados podrían considerar diversas opciones que garantizarían el acceso de biocarburantes fabricados en países en vías de desarrollo, como subsidios variables, reducción de tarifas y establecimiento de una cuota basada en el consumo nacional (Jank et al, 2009).

Tres son las opciones políticas en materia de bioenergía objeto de debate: la primera, “seguir como hasta ahora”, lo que permite que los países establezcan sus propios marcos políticos, considerando las implicaciones internacionales de las decisiones políticas sólo cuando sean compatibles con las prioridades nacionales, y no impide la intensificación de impactos ambientales negativos globales sobre el medio ambiente o la seguridad alimentaria, generándose una corriente de opinión pública hostil contra los biocarburantes. La segunda sería establecer una “moratoria” o prohibición temporal de la producción mundial y específica a las materias básicas, para dar tiempo al desarrollo tecnológico y la incorporación de estructuras regulatorias, lo que podría suponer un frenazo de las inversiones y no garantizaría la innovación tecnológica en el sector. La tercera pasa por alcanzar un consenso internacional sobre biocarburantes sostenibles, que defienda la necesidad de establecer políticas nacionales orientadas a un desarrollo local sostenible, respondiendo a los retos de mitigación del cambio climático, la conservación de la biodiversidad y la seguridad alimentaria. Esta opción parece la más apoyada por los organismos internacionales, pudiendo alcanzarse un consenso internacional a partir de los tratados e iniciativas existentes respecto a cuestiones como la seguridad alimentaria, la energía, el medio ambiente, el comercio y los derechos humanos (FAO, 2008b).

III.4. Reglas de juego: efectos de la regulación normativa europea

La UE ha venido regulando el sector biocarburantes desde 1997, año en que se aprobó el Libro Blanco que establece una Estrategia y un Plan de Acción comunitarios sobre fuentes de energía renovables, donde ya se hacía referencia a la conveniencia de basar el desarrollo del sector europeo de biocarburantes en la propia producción europea, así

como a la de seleccionar los cultivos con mayor rendimiento y menor impacto ambiental (CE, 1997).

El Libro Verde sobre la Estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético señalaba la importancia de asegurar la continuidad y crecimiento de los biocarburantes en el mercado de combustibles, subrayando que para alcanzar las cuotas del 7% en 2010 y 20% en 2020 establecidas en el Libro Blanco sería necesario el respaldo de medidas financieras (ayudas estatales, desgravaciones fiscales y apoyo financiero) (CE, 2000). Más realista, la Directiva 2003/30/CE estableció una cuota indicativa para los biocarburantes del 2% en 2005 y del 5,75% en 2010 para cada Estado miembro (CE, 2003), si bien, tal como señalaba la Estrategia Europea para los Biocarburantes, el primer objetivo no se alcanzó (CE, 2006a). Pese a los escasos avances registrados, el Programa de trabajo de la energía renovable, ha mantenido la consideración de los biocarburantes como única alternativa a gran escala para sustituir parcialmente la gasolina y el gasóleo en el sector transporte, admitiendo ciertos avances, aunque insuficientes para alcanzar el objetivo establecido por la Directiva 2009/28/CE, un 10% de energía renovable en el transporte en 2020 (CE, 2006b). La Estrategia en materia de combustibles alternativos representa la consolidación de esta apuesta por el establecimiento en el ámbito de la UE de un *mix* de combustibles aplicables al transporte en el corto, medio o largo plazo, considerándose necesario alcanzar un consenso entre industria, responsables políticos y sociedad civil en esta materia, dado que el transporte europeo depende en más del 80% del petróleo importado (CE, 2013b).

Respecto a los efectos de estos carburantes sobre el medio ambiente, la Directiva 2009/30/CE aumentó los estándares de reducción de emisiones GEI por unidad de energía consumida por los vehículos europeos en carretera respecto a los recogidos por la Directiva 98/70/CE (*Fuel Quality Directive*), incorporando los “criterios de sostenibilidad para los biocarburantes”, que establecen una capacidad de reducción de al menos el 35% de dichas emisiones respecto a los combustibles fósiles, objetivo que en 2017 se elevaría hasta el 50%, y hasta el 60% de 2018 en adelante, así como la necesidad de que los biocarburantes o sus materias primas no se hayan obtenido en terrenos con elevado valor en términos de biodiversidad. Por otro lado, y en aplicación de este texto normativo, los Estados miembros deben garantizar la puesta a disposición de los consumidores de información relativa al contenido de la gasolina en biocarburantes, así como el uso adecuado de las diferentes mezclas, aspecto que será abordado en relación al sector en el ámbito de la CAM.

En base a estos criterios, en 2014 la producción europea media de biocarburantes era sostenible en un 89%, estando certificada una producción totalmente sostenible en la

mayoría de los Estados miembros, mientras nueve no alcanzan esa certificación y únicamente dos, Estonia y España, registraron ese año un 0% de certificación de sostenibilidad de sus biocarburantes (ver Anexo 3, Gráfico 37). La certificación de producción sostenible para los biocarburantes se perfila como una oportunidad, tanto para los países exportadores como para los importadores, siempre que esta se ajuste realmente a los estándares establecidos, lo que hace conveniente profundizar en el estudio y cuantificación de las emisiones GEI de los biocarburantes asociadas al cambio de uso de la tierra y deforestación tropical, así como en el análisis de la interacción entre la producción de biocarburantes y precios de los alimentos (Dufey y Stange, 2011).

En todo caso, la incertidumbre generada en torno a los biocarburantes convencionales llevó a que en 2013 el Parlamento Europeo (Resolución legislativa de 11 de septiembre) limitara su cuota de producción a un máximo del 6% para los convencionales, estableciendo un mínimo del 2,5% para los de segunda generación hacia 2020; además se decide incorporar las emisiones procedentes del cambio de uso indirecto del suelo (ILUC) en el cálculo del efecto invernadero de los biocarburantes, ante el riesgo de liberación de CO₂ en el proceso de sustitución de formaciones vegetales naturales por cultivos. Posteriormente, la Directiva 2015/1513/UE elevó hasta el 7% la cuota de los biocarburantes obtenidos a partir de cultivos energéticos, intensificando la exigencia de reducción de emisiones GEI derivadas del uso de biocarburantes y biolíquidos hasta el 35% para instalaciones operativas antes del 5 de octubre de 2015 y hasta el 31 de diciembre de 2017, y del 50% a partir del 1 de enero de 2018. Aborda también la transición de los biocarburantes convencionales a avanzados, estableciendo que cada Estado miembro debe promover un nivel mínimo de consumo fijando un objetivo nacional no vinculante jurídicamente, como parte de la garantía de que la cuota de renovables sea al menos del 10% del consumo final de energía en transporte para 2020. La apuesta por los biocarburantes avanzados desde las instituciones europeas parece clara. La Estrategia de Clima y Energía para 2020-2030 reconoce que los biocarburantes de primera generación desempeñan un papel limitado en la reducción de las emisiones de carbono del sector del transporte, y propone al respecto que los biocarburantes basados en cultivos alimentarios no reciban ayudas públicas a partir de 2020.

En la actualidad la mayor parte de los biocarburantes utilizados son aún convencionales, y por tanto las normas que regulan la calidad de los gases emitidos por los vehículos, afectan en gran medida a este sector. Por ejemplo, la emisión media de CO₂ del parque de vehículos ligeros se ha visto restringida desde los 120 g de CO₂/km hasta los 95 g de CO₂/km que deberá alcanzar a partir de 2020 (Reglamento 443/2009, art. 1).

Respecto a otros contaminantes, Europa viene estableciendo regulaciones para vehículos de motor diésel y gasolina desde 1992 progresivamente más exigentes a través de las denominadas “normas Euro”, que regulan la emisión de óxidos de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x) y partículas (PM). La última de ellas hasta el momento, norma Euro VI es más rigurosa con los vehículos diésel, al aumentar el límite de emisión de NO_x respecto a Euro V, manteniéndose las tasas para los vehículos de gasolina (Tabla 5). En todo caso, las emisiones calculadas para los biocarburantes son menores en general respecto a las correspondientes a los carburantes fósiles a los que sustituyen, a excepción de los aldehídos en el caso del bioetanol, cuya emisión es despreciable si se dispone de catalizador, y de los óxidos de nitrógeno en el biodiesel, que pueden ser eliminadas para mezclas con diésel bajo en azufre.

TABLA 5
NORMAS EUROPEAS SOBRE LÍMITES EMISIONES PARA TURISMOS (1)
(g/km)

Tipo	Fecha	Norma	Normas	CO	HC	NOx	PM
Euro I	31 de diciembre de 1992	Directiva 91/441/EEC (derogada)	Diésel				
Euro II	1 de Enero de 1997	Directiva 94/12/CE (derogada)	Euro I	2,72 (3,16)	-	-	0,14 (0,18)
Euro III	1 de Enero de 2001	Directiva 98/69/CE (derogada)	Euro II	1	-	-	0,08
Euro IV	1 de Enero de 2006	Directiva 98/69/CE (derogada)	Euro III	0,64	-	0,5	0,05
Euro V	1 de enero de 2011	Reglamento 715/2007	Euro IV	0,5	-	0,25	0,025
Euro VI	1 Septiembre de 2015	Reglamento 715/2007	Euro V	0,5	-	0,18	0,005
			Euro VI	0,5	-	0,08	0,005
			Gasolina				
			Euro I	2,72 (3,16)	-	-	-
			Euro II	2,2	-	-	-
			Euro III	2,3	0,2	0,15	-
			Euro IV	1	0,1	0,08	-
			Euro V	1	0,1	0,06	0,005
			Euro VI	1	0,1	0,06	0,005

(1) Aplicables a vehículos cuya masa máxima sea igual o inferior a 2.500 kg.

Nota: Directivas derogadas: en virtud de Reglamento 715/2007, con efectos desde el 2 de enero de 2013.

Fuente: CNE (2013a), p. 17

EMISIONES BIODIESEL (respecto a diésel)					EMISIONES BIOETANOL (variación respecto a gasolina)				
Emisiones	B20		B100		Emisiones	Baja proporción de mezcla (E10)		Alta proporción de mezcla (E85)	
	Sentido	%	Sentido	%		Sentido	%	Sentido	%
Monóxido carbono	-	12,6	-	43,2	Monóxido carbono	-	25 a 30	-	25 a 30
Dióxido carbono (ciclo de vida)	-	15,7	-	78,3	Dióxido carbono	-	6 a 10	-	Hasta 100 (E100)
Oxidos nitrógeno	+	1,2	+	5,8	Oxidos nitrógeno	(+) o (-)	5	+	Hasta 20
Partículas	-	18	-	55,4	Compuestos orgánicos volátiles	-	7	-	7
Otros compuestos tóxicos	-	12 a 20	-	60 a 90	Dióxido azufre y materia particulada	-	n.d.	-	Significativo
Mutagenidad	-	20	-	80 a 90	Aldehídos	(+) despreciable con catalizador	30 a 50	+	n.d.
					Compuestos aromáticos (benceno y butadieno)	-	n.d.	-	>50

Nota: la ausencia de azufre en el biodiesel permite utilizar tecnologías de control del NO_x, que no pueden utilizarse con carburantes diésel fósil convencional. Con el uso de biodiesel puro o mezclado con diésel fósil ultra bajo en azufre, las emisiones NO_x del biodiesel pueden ser eliminadas con éxito.

Fuente: CE (2002a), p. 8.

Fuente: CE (2002b), p. 13.

La UE también ha apoyado al sector de los biocarburantes a través del Séptimo Programa Marco en investigación y desarrollo y del Programa Marco de Energía inteligente para Europa (ambos para el periodo 2007-2013), orientados a eliminar las barreras tecnológicas y de mercado que obstaculizaban el progreso de biocarburantes avanzados y biorrefinerías⁵³. A este respecto, se prevé que el sector biocarburantes, uno de los principales ejes de la bioeconomía, contribuya al desarrollo de zonas rurales y costeras, estableciendo una relación sinérgica en la cadena de valor que incluya a productores locales de materias primas agrícolas y forestales, y biorrefinerías, fortaleciendo la competitividad y rentabilidad de las regiones (Resolución del Parlamento Europeo de 2 de julio de 2013, observación general nº 41).

III.5. Recapitulación

La producción mundial de biocarburantes ha aumentado en los últimos años y se estima que continúe haciéndolo hasta 2021, en torno al 34% en el caso del biodiesel y un 14% en el del etanol respecto a 2012, cuando esta producción representaba el 2,5% sobre el total de combustible utilizado en el transporte en el mundo (OCDE-FAO, 2015).

El impulso de la utilización de biocarburantes como alternativa a los productos petrolíferos se apoya en su capacidad para reducir las emisiones GEI, mayor en el caso de los biocarburantes avanzados. Los impactos previsiblemente provocados por el efecto ILUC cuestionan la efectividad de los biocarburantes convencionales para alcanzar el objetivo de reducción de emisiones; además, hay incertidumbre respecto al posible efecto de esta producción sobre el precio de los alimentos. Tras revisar los aspectos positivos y negativos asociados a la producción de biocarburantes, se admite la postura de algunos investigadores que sugieren que pese a las críticas relacionadas con su efectividad en términos de emisiones GEI y los elevados costes de producción y utilización, la situación de los biocarburantes convencionales es prometedora, descansando las mayores expectativas sobre los biocarburantes avanzados por su mayor rendimiento energético y sostenibilidad ambiental.

Este epígrafe traslada también la controversia generada en torno a los biocarburantes en las distintas regiones productoras, según se trate de países desarrollados o en vías de desarrollo. Para las regiones en vías de desarrollo, como América Latina, Asia y África, pese a la existencia de impactos negativos, los biocarburantes ofrecen oportunidades para el logro de objetivos económicos y sociales, especialmente cara a la promoción del

⁵³ Biorrefinería: “instalación destinada a la cogeneración de productos de valor añadido (químicos, materiales biodegradables, alimentos, ingredientes para piensos, etc), calor, electricidad y biocarburantes, a partir de recursos de biomasa, en un enfoque integrado eficiente” (IEA, 2008, p. 3).

desarrollo rural, contribuyendo al impulso social como agente de alivio de la pobreza, siempre que su implementación se realice con las necesarias salvaguardias para evitar problemas sobre la seguridad alimentaria y restringir la explotación agrícola en zonas no aptas por sus especiales características ambientales. En los países desarrollados (EEUU, UE), el planteamiento se asocia más bien a la necesidad de reducir la dependencia energética y las emisiones contaminantes, recurriendo a los biocarburantes convencionales por una cuestión de economías de escala, mientras el impulso a los biocarburantes avanzados responde a su interés como alternativa tecnológicamente atractiva. En estos casos la puesta en marcha de las políticas de incentivo descansa en una combinación de regulación normativa, subsidios, impuestos y límites de emisión de GEI, traducida en unos casos en objetivos de obligado cumplimiento y en otros en mecanismos voluntarios.

Pese a las diferentes políticas adoptadas, se han alcanzado decisiones con impacto significativo en la economía rural, capaces de incidir en la política energética futura (Ziolkowska et al, 2010). Es evidente la coexistencia de una gran diversidad de enfoques en torno a un sector que requiere un apoyo político estratégico de medio o largo plazo coherente con otras políticas nacionales, junto al establecimiento de un marco fiscal y regulatorio transparente, una administración eficaz y unas normas de protección ambiental que maximicen los beneficios de la población rural. Pero además, es imprescindible alcanzar un consenso internacional relativo a la sostenibilidad de los biocarburantes, dado que los instrumentos internacionales existentes no abarcan la compleja relación entre las causas y consecuencias de su expansión en cuatro áreas políticas principales: la energía, la alimentación y agricultura, el medio ambiente y el comercio (FAO, 2008b).

Recogiendo los principios del desarrollo endógeno, el marco político para los biocarburantes actuaría como catalizador del desarrollo global a través de iniciativas locales, actuando de forma combinada entre todos los mecanismos del desarrollo, creando efectos sinérgicos entre ellos y estimulando el desarrollo sostenible de los territorios (Vázquez Barquero, 2005).

IV. EL SECTOR BIOCARBURANTES EN ESPAÑA

Este apartado ofrece una revisión de la coyuntura energética nacional, en la que se enmarca la correspondiente al sector biocarburantes. El epígrafe realiza un análisis comparado de los biocarburantes según tipo de producto, y dedica un apartado a los efectos de la regulación normativa sobre el desarrollo del sector.

IV.1. Coyuntura del sector en España

IV.1.1. Contexto energético español

La energía representa un sector estratégico para el crecimiento económico en España, al constituir uno de los pilares básicos sobre los que se asienta el Estado del Bienestar. Su evolución está directamente ligada a la coyuntura y evolución socioeconómica, que tras el continuo crecimiento registrado desde la década de 1980, a partir de 2007 viene atravesando un periodo de crisis que ha revertido la anterior tendencia expansiva.

El consumo de energía primaria en España (suma de energía final, consumos propios y de transformación de los sectores energéticos, y pérdidas producidas en el sistema) sufrió entre 2013 y 2014 una caída del 2,4%, siguiendo la tendencia decreciente de los últimos años, alcanzando una reducción acumulada del 15,4% desde 2003. En esa línea, también se ha reducido ligeramente su peso respecto al consumo de energía en la UE, del 7,5% de 2003 al 7,3% registrado en 2014. Así, el comportamiento de España en términos de consumo energético mejora ante una relación consumo/producción que se redujo 0,77 puntos porcentuales entre 2003 y 2014, relación que pese a todo sigue siendo superior a la media europea (3,37 para España frente a 2,12 en UE).

La caída del consumo ha repercutido en la intensidad energética (consumo de energía respecto al PIB), que desde 2004 manifiesta una tendencia a la baja, tanto en el caso de la energía final como en el de la energía primaria, sometida a mayores oscilaciones al depender tanto de la actividad económica como de las condiciones ambientales, es decir hidraulicidad y eolicidad del año (ambas registraron en 2014 caídas en torno al 4% respecto al año anterior) (ver Anexo 4, Gráfico 39).

Los productos petrolíferos representaron en 2014 la mayor cuota de demanda de energía final, con un 50,8% sobre el consumo total, seguido de la generación de electricidad (23,4%), el gas (17,6%), y las renovables (6,3%). Por sectores, en torno al 84% del consumo energético total se reparte entre el transporte, la industria y el sector residencial. Respecto al transporte, mientras en la UE28 representa el 33,4% del consumo energético, en España éste alcanza un 40,4% pese a la caída registrada desde el inicio de la crisis en 2008, en la que puede haber influido ligeramente la fuerte contracción en la demanda de biocarburantes registrada en 2013 (57,1%), debido a la

reducción de los objetivos obligatorios de consumo recogida en la Ley 11/2013, como se verá más adelante.

Al tiempo que retrocedía la demanda, la producción de energía en España aumentaba un 6% entre 2003 y 2014, apoyándose en las energías renovables, que en 2014 alcanzaban el 15% sobre el consumo, aumentando un 48% su contribución en el periodo (ver Anexo 4, Gráfico 38). En la actualidad la producción energética española representa un 29% respecto al consumo (datos de Eurostat). Sin embargo, según fuentes nacionales (Minetur, 2014), la producción española de energía experimentó entre 2013 y 2014 un retroceso del 2,3%, que se traduce en una caída de la tasa de autoabastecimiento, es decir, un aumento de la dependencia energética de tres puntos porcentuales (desde el 70,3% de 2013 al 73,2% en 2014), aumentando la vulnerabilidad del sector que ve reducida la garantía de abastecimiento.

La generación de energía eléctrica cayó un 2,1% entre 2013 y 2014, lastrada por la caída experimentada en el gas natural, en torno al 15%. En esta producción son de gran importancia las energías renovables, que desde la promulgación de la Ley 54/1997 del sector eléctrico, han experimentado un crecimiento considerable como parte del denominado “régimen especial”. De hecho, en 2014, prácticamente el 42% de la generación de electricidad tuvo su origen en fuentes incluidas en el régimen especial (alrededor del 30% en fuentes renovables de energía, fundamentalmente energía eólica) (ver Anexo 4, Gráfico 41).

El sector renovable aportó al PIB bruto nacional en 2014 un total de 7.387 millones de euros (0,7%), habiendo sufrido un retroceso del 22% respecto al año anterior (cuando alcanzó el 1% del PIB, con una aportación de 10.535 millones de euros). Ello es debido en parte a la reforma del sector eléctrico, que ha provocado retrocesos tanto de la contribución directa como de la inducida, registrándose en este último caso la paralización de la construcción de nuevas centrales de generación (APPA, 2014a).

IV.1.2. Instituciones y energía renovable: el marco normativo del sector en España

Como se refería en el epígrafe II.4, las instituciones, formales (leyes) e informales, constituyen las “reglas del juego” al orientarse a dotar de estabilidad las interacciones humanas, en tanto que las organizaciones (políticas, económicas, sociales y educativas), conforman los “equipos” (North, 1990).

En el caso de España el establecimiento de las reglas de juego para el sector energía renovable es especialmente complejo, dado que existe un reparto competencial en virtud del cual la Administración General del Estado establece la “legislación, ordenación y concesión de recursos y aprovechamientos hidráulicos cuando las aguas discurran por

más de una Comunidad Autónoma, y la autorización de las instalaciones eléctricas cuando su aprovechamiento afecte a otra Comunidad o el transporte de energía salga de su ámbito territorial (artículo 149.1.22ª de la Constitución Española⁵⁴), si bien su competencia no excluye completamente la intervención de las Comunidades Autónomas, que podrán desarrollar la norma dictada por el Estado, o bien ejecutar y aplicar dicha disposición, según se contemple en cada supuesto (Bacigalupo Saggese, 2010).

Pero la ordenación concreta del sector biocarburantes es reciente, aunque profusa y sujeta a continuas modificaciones. Inicialmente, el Real Decreto 1700/2003, actualizado mediante el Real Decreto 61/2006, incorporaba la normativa europea entonces vigente (Directiva 2003/30/CE y Directiva 2003/17/CE), estableciendo un objetivo anual mínimo del 5,75% de biocarburantes en el contenido energético de carburantes para transporte para 2010. Posteriormente, la Orden ITC/2877/2008, creó un mecanismo de fomento del uso de biocarburantes basado en objetivos obligatorios anuales de venta o consumo de biocarburantes, estableciendo los mecanismos de cómputo de las cantidades vendidas o consumidas, así como un sistema de certificación como instrumento de control, mencionando además la necesidad de acreditar la sostenibilidad de estos productos. Posteriormente, el Real Decreto 1088/2010 actualizaba los anteriores aspectos incorporando algunos contenidos de la Directiva 2009/30/CE.

El Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) 2011-2020 (Minetur, 2011), traslada los objetivos de la Directiva 2009/28/CE, es decir, alcanzar un 20% del consumo final bruto de energía en renovables, con una cuota para el transporte del 10% en 2020, lo que incluiría un 7% de biocarburantes en el contenido energético de gasolinas y gasóleos comercializados (ver Anexo 4, Tabla 24). El Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020, incluye los elementos esenciales del PANER así como un análisis sectorial que contiene las perspectivas de evolución tecnológica y de costes (ver Anexo 4, Tabla 25). Ambas iniciativas consideran clave el papel de los biocarburantes para la consecución de los objetivos energéticos propuestos, al representar la principal aportación de fuentes renovables en el transporte. Por su parte, la Ley 12/2007, estableció la obligación para todos los operadores y distribuidores de

⁵⁴ “Es competencia del Estado la regulación de las bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica, la legislación básica sobre contratos y concesiones administrativas, la legislación, ordenación y concesión de recursos y aprovechamientos hidráulicos cuando las aguas discurran por más de una Comunidad Autónoma, la autorización de las instalaciones eléctricas cuando su aprovechamiento afecte a otra Comunidad o el transporte de energía salga de su ámbito territorial, y las bases del régimen minero y energético”; “Es competencia autonómica la ordenación del territorio y urbanismo, y el fomento del desarrollo económico de la Comunidad Autónoma dentro de los objetivos marcados por la política económica nacional” (Constitución Española, arts. 148 y 149).

productos petrolíferos de acreditar en cómputo anual la incorporación de biocarburantes en un porcentaje mínimo de sus ventas (D.A. Decimosexta), lo que permitió aumentar significativamente la contribución de los biocarburantes al consumo en el transporte en España hasta 2010.

El Real Decreto 459/2011⁵⁵ aumentó los objetivos establecidos para los años 2011, 2012 y 2013 hasta el 6,2%, 6,5% y 6,5% respectivamente (distinguiendo entre los correspondientes a diésel, 6%, 7% y 7%, y los biocarburantes en gasolina, 3,9%, 4,1% y 4,1%, respectivamente). Y a continuación, la Orden IET/822/2012 se encargó de especificar la asignación de producción de biodiésel apto para el cómputo del cumplimiento de los objetivos obligatorios de biocarburantes, cuya certificación correspondía en ese momento a la Comisión Nacional de Energía⁵⁶.

Ante las circunstancias atravesadas con motivo de la crisis económica, el Real Decreto-Ley 4/2013 (posteriormente Ley 11/2013, tras su tramitación en el Congreso de los Diputados) revisó a la baja los anteriores objetivos de venta o consumo de biocarburantes para 2013 y siguientes: el 4,1% global, 3,9% en bioetanol y 4,1% en biodiésel, revisión que obedecía, según el propio texto normativo, al escenario económico y de precios de los carburantes, ante lo que se consideró conveniente reducir el precio de los carburantes y dotar de cierta estabilidad al sector de los biocarburantes, sin comprometer el cumplimiento de los objetivos comunitarios previsto para 2020. Esta disposición estableció también un periodo transitorio para el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad para biocarburantes y biolíquidos indicados desde instancias europeas (Directiva 2009/28/CE), inicialmente recogidos en el Real Decreto 1597/2011. Y en 2014, la Resolución de 2 de abril, de la Secretaría de Estado de Energía aprobó el listado de materias primas para fabricar biocarburantes de doble cómputo (aquellos generados a partir de aceites usados y grasas animales no destinadas a consumo humano) válidos para el cumplimiento de las obligaciones de consumo y venta de biocarburantes con fines de transporte, las correspondientes a los sujetos obligados en materia de renovables y el objetivo establecido para utilizar energías renovables en todas las formas de transporte.

Aunque la Directiva 2015/1513 reconoce la libertad de los Estados miembros de trazar su propia trayectoria hacia la consecución de la cuota fijada para los biocarburantes

⁵⁵ Que deroga el Real Decreto 1738/2010, cuyos objetivos para el total de biocarburantes los años 2011, 2012 y 2013 eran del 5,9%, 6,0% y 6,1% respectivamente.

⁵⁶ Circular 1/2013, de 9 de mayo, de la Comisión Nacional de Energía, por la que se regula la gestión del mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte.

convencionales dentro del objetivo global del 10% para 2020, la Comisión Europea pidió formalmente a España garantías para la correcta aplicación de la Directiva 2009/28/CE en lo que respecta a los biocarburantes, cuyo consumo debe multiplicarse por tres para que las renovables satisfagan el 20% de la demanda energética española en 2020. Las supuestas incorrecciones estarían relacionadas con la suspensión temporal de la aplicación de los criterios de sostenibilidad, o el diferente trato que reciben los biocarburantes sostenibles y las materias primas en función de sus orígenes geográficos, lo que, en opinión de la Comisión, no está justificado⁵⁷.

En respuesta a lo anterior se adoptó el Real Decreto 1085/2015, que transpone la Directiva (UE) 2015/1513, y establece que la reducción de emisiones será como mínimo del 50% el 1 de enero de 2018 para instalaciones operativas antes del 5 de octubre de 2015, y del 60% para las que operen a partir de esa fecha, proponiendo nuevos objetivos obligatorios de venta o consumo de biocarburantes con fines de transporte (ver Anexo 4, Gráfico 42). Según esta norma, el porcentaje de biocarburantes producidos a partir de cereales y otros cultivos ricos en almidón, azúcares, oleaginosas y otros cultivos con fines energéticos, no podrá superar el 7% del consumo final de energía en transporte en el cómputo en el objetivo de renovables en el transporte a 2020; además, encomienda a las entidades locales u órganos autonómicos competentes en materia de energía, la obligación de informar anualmente al Ministerio de Industria, Energía y Turismo respecto a los ahorros energéticos y de emisiones GEI derivados de las actuaciones en materia de ahorro y eficiencia energética llevadas a cabo en los respectivos territorios (D.A. Cuarta), lo que afecta también al ámbito de los biocarburantes.

La suspensión de los criterios de sostenibilidad finalizó el 1 de enero de 2016 en aplicación de la Resolución de 29 de abril de 2015.

En materia de fiscalidad, la Ley 38/1992 (art. 51), establecía la aplicación a determinados productos energéticos de un tipo especial de 0€ por cada 1.000 litros en el impuesto de hidrocarburos. El PANER señala que este tipo especial, de aplicación exclusiva sobre el volumen de producto, se mantendría siempre que la evolución comparativa de los costes de producción de los productos petrolíferos así lo aconsejara. En este sentido las Leyes de Presupuestos Generales del Estado señalaban la posibilidad de sustituir el tipo cero por un gravamen que no excediera del importe del tipo impositivo aplicable al carburante convencional equivalente. Y así ha sido. A principios de 2013, la Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos comunicaba

⁵⁷ Comisión Europea - Hoja informativa. Paquete de marzo de procedimientos por incumplimiento. Principales decisiones. Bruselas, 26 de marzo de 2015.

que, en cumplimiento de la Ley 15/2012, a partir del 1 de enero de 2013 el tipo impositivo de los biocarburantes, que hasta ese momento había sido de 0€, pasaría a ser el mismo que el vigente para los carburantes de automoción⁵⁸.

Por otra parte, y ante la necesidad de reducir el déficit tarifario del sector eléctrico, consecuencia según la propia norma, entre otros factores, de la caída de la demanda en 2010 y el aumento en la producción a partir de fuentes renovables por la favorable climatología, el Gobierno español consideró necesario suprimir las condiciones incentivadoras de ciertas instalaciones de régimen especial⁵⁹ y ordinario de las mismas tecnologías, así como el procedimiento de preasignación de retribución para las mismas (Real Decreto-Ley 1/2012).

Así pues, el apoyo a las renovables en España, y concretamente a los biocarburantes, ha ido a menos en los últimos años, habiendo estado sometido este sector a frecuentes vaivenes regulatorios respecto a los objetivos de consumo, como se ha visto a lo largo del epígrafe.

En la perspectiva de desarrollo endógeno relativa al enfoque del sector biocarburantes las instituciones territoriales son clave. Al respecto, las Comunidades Autónomas son competentes para el desarrollo legislativo y/o ejecución del régimen energético, cuestiones de urbanismo y ordenación del territorio, autorización de instalaciones en régimen especial, y el fomento de las energías renovables y la eficiencia energética en su territorio. Así, todas las Comunidades Autónomas han dictado normas en materia de energía renovable, al haber asumido competencias de ejecución y desarrollo. Entre los ámbitos regulados destacan los procedimientos de autorización de instalaciones, la publicación de normas sobre protección ambiental, o el régimen de ayudas públicas a las inversiones en instalaciones de régimen especial (Bacigalupo Saggese, 2010).

⁵⁸ Ley 15/2012 de Medidas Fiscales para la Sostenibilidad Energética: el bioetanol tributará al mismo tipo que la gasolina SPb95 (431,92€/1.000litros de tipo general y 24 €/1.000 litros de tipo especial); el bioetanol mezclado con las demás gasolinas sin plomo o sin mezclar: 400,69 €/1.000 litros de tipo general y 24 €/1.000 litros de tipo especial; el biodiesel tributará al mismo tipo que el gasóleo A (307€/1000litros de tipo general y 24€/1.000 litros de tipo especial) (art. 28 dos). Modificación de la Ley 38/1992, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales.

⁵⁹ La producción de energía eléctrica se considera en régimen especial cuando se realiza desde instalaciones cuya potencia instalada no supere los 50 megavatios (MW) y en los casos de: a) instalaciones que utilicen la cogeneración u otras formas de producción de electricidad asociadas a actividades no eléctricas con alto rendimiento energético; b) cuando se utilice como energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles, biomasa o cualquier tipo de biocarburante, siempre que su titular no produzca en régimen ordinario; c) cuando se utilicen como energía primaria residuos no renovables (Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (LSE), artículo 27). Durante los últimos veinte años se ha producido un desarrollo muy importante de las tecnologías de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, que integraban el anteriormente denominado régimen especial (Real Decreto 413/2014).

Por otra parte, las Comunidades Autónomas y Entidades Locales tienen obligación de informar anualmente al Ministerio de Industria, Energía y Turismo respecto a los ahorros energéticos y emisiones de dióxido de carbono evitadas, derivados de las actuaciones en materia de ahorro y eficiencia energética promovidas respectivamente en el ámbito de su territorio municipal y autonómico (Real Decreto 1085/2015, DA Cuarta).

IV.1.3. Producción y consumo de biocarburantes en España

IV.1.3.1. Producción nacional de biocarburantes

La actividad económica va indefectiblemente ligada al impulso del sector energético, cuya evolución depende hoy en gran medida del desarrollo de las fuentes renovables de energía. En este sentido, dado que el transporte es el sector que registra una mayor cuota de consumo energético, la propia Comisión Europea prevé que los biocarburantes sean los principales contribuyentes para alcanzar un 10% de renovables en el transporte. En España el sector transporte se mantiene como el principal sector consumidor de energía, con el 39,4% del consumo final en 2013 (donde los productos petrolíferos representan el 95,6%), alcanzando los carburantes denominados “alternativos” una cuota inferior al 3%. La antigüedad parque automovilístico, o la elevada movilidad asociada al uso del vehículo privado y al transporte de mercancías y pasajeros por carretera, destacan entre las causas principales de este acusado consumo energético. Se está trabajando en reducir la intensidad energética del sector, y a medio-largo plazo se espera impulsar la demanda de carburantes alternativos en cumplimiento de las directrices comunitarias relativas a la descarbonización del transporte (Minetur, 2014).

Así pues, el estímulo del uso de biocarburantes como alternativa a los carburantes convencionales se contempla como una opción necesaria a futuro. Sin embargo, España, que hasta 2010 se encontraba entre los países líderes europeos en términos de capacidad de producción y consumo, empezó a registrar una caída en la generación de biocarburantes a partir de ese año debido, entre otros factores, a las pobres condiciones de un mercado que ha venido afrontando situaciones de competencia desleal ante la importación de biodiesel altamente subsidiado, lo que se tradujo en el cierre de buena parte de las plantas de producción españolas, que trabajaron al 9% de su capacidad en 2012, frente al 21% de 2010 (APPA, 2012).

Así, en 2010 Argentina e Indonesia protagonizaron un comportamiento de competencia desleal al ofrecer productos terminados con precios inferiores a los nacionales, ya que frente a las elevadas tasas a la exportación aplicadas a las materias primas para producir biodiesel (soja y aceite de soja en Argentina y aceite de palma en el caso de Indonesia), se gravaba en menor medida el producto terminado. De esta forma, la importación de

biodiesel alcanzó en 2011 el 80% del mercado español, y el 70% en 2013 (Charles et al. 2013). A partir de entonces las medidas *antidumping* dieron resultado, y en 2014 la importación había caído hasta el 28% sobre las ventas (CNMC, 2015); además, gracias a la aplicación de estas medidas (ver epígrafe III.3.1), entre 2012 y 2013 la producción de bioetanol registró un repunte del 16% y del 31,2% la de biodiesel, alcanzándose en 2013 una cuota sobre el total de producción europea del 8,9% para el bioetanol y del 6,5% para el biodiesel (Anexo 4, Gráfico 43).

El sector español está integrado por 4 plantas de bioetanol y 37 plantas de biodiesel y de hidrobiodiesel en coprocesamiento, tras el cierre de 3 de las 40 plantas productoras de biodiesel en 2014, mientras el 80% de las instalaciones supervivientes funcionan a mínimos (APPA, 2014) (ver Anexo 4, Gráfico 44).

Biodiesel

En 2013 de las 4.400.000 Tm instaladas de biocarburantes en España, el 88% correspondió al biodiesel, cuyo ratio de utilización fue del 13% (superando la capacidad instalada en un 87% la producción y en un 86% el consumo), poniendo de manifiesto el desajuste entre la inversión realizada y la demanda de estos productos (APPA, 2013).

Ese año, la producción española de biodiesel aumentó respecto a 2012 gracias sobre todo al aumento de las exportaciones, lo que permitió reducir la cuota de importaciones procedentes de Indonesia o Argentina, que aun así cubrieron el 70% de la demanda nacional. Las materias primas utilizadas fueron en un 68% de origen indonesio y malasio (palma), en un 14% argentino (soja), y en un 18% de otros países (colza) (APPA, 2013). En 2014 cambió el panorama del sector. Así, los productores españoles aumentaron la cuota de mercado nacional hasta el 72%, valor más elevado registrado desde 2009, gracias a medidas regulatorias⁶⁰ que permitieron frenar las importaciones irregulares desde terceros países (ver Anexo 4, Gráfico 45). Pese al aumento de producción hasta las 894.313 Tm, esta apenas representa un 23% de la capacidad instalada (3.900.000 Tm en 2014) (Gráfico 8), todavía insuficiente para asegurar la sostenibilidad económica del sector (APPA, 2014).

Hidrobiodiesel

Una de las tecnologías disponibles para producir biocarburantes a partir de aceite vegetal es el proceso de tratamiento con hidrógeno, mediante el que se obtiene aceite vegetal hidrotratado (HVO, del inglés Hydrotreated Vegetable Oil) (Garraín et al., 2012).

⁶⁰ Resolución de 24 de enero de 2014, de la Secretaría de Estado de Energía.

La capacidad de producción de hidrobiodiesel alcanzó en 2012 las 116.992 Tm., en las dos refinerías que iniciaron su actividad en julio de 2011 (San Roque, Cádiz y Palos de La Frontera, Huelva), a las que se añadió una tercera en febrero de 2012 (Cartagena, Murcia). Ese año, las unidades productoras funcionaron a una media del 53,87% de su capacidad, destinándose el producto íntegramente al territorio nacional.

Entre 2013 y 2014 tanto la producción como el consumo de hidrobiodiesel aumentaron un 52% y un 32% respectivamente (hasta las 376.944 Tm de producción y 355.588 Tm de consumo en 2014) (Gráfico 8).

La materia prima por excelencia para esta producción es el aceite de palma (98%), importado en su totalidad de Indonesia (56%) y Malasia (41%). España es el principal productor (57,7%), seguida de Singapur (29,6%) y Holanda (10,4%) (APPA 2013).

Bioetanol

La producción nacional de bioetanol en 2013 fue de 349.542 Tm, con una participación del 31,5% sobre la producción total de biocarburantes, aumentando un 2,7% en 2014. Esta producción representó el 75% de la capacidad instalada (que superaba en un 25% a la producción y en un 37% al consumo), y se obtuvo principalmente a partir de maíz (70%) procedente de Ucrania y Rumanía, caña de azúcar (21%) de Brasil y alcohol vínico (2%), siendo el producto terminado de origen nacional (79,2%), y en menor medida importado de Brasil (14,6%) y Francia (3%) (APPA, 2013).

En España existen cuatro plantas de producción de bioetanol, con capacidad de 464.000 Tm en 2013, la mayor de ellas en Babilafuente (Salamanca), que produce el 35% del total. Esta producción se destina en elevadas proporciones (72% en Bioetanol Galicia, 81% en Ecocarburantes Españoles y 100% en Bioetanol La Mancha) a la obtención de ETBE (etil tert-butyl éter), que añade a los beneficios del etanol el hecho de no producir *smog*, siendo técnica y logísticamente menos exigente (ver Anexo 4, Gráfico 46).

Así pues, pese a las medidas de reactivación del sector (medidas *antidumping* y antisubvención, asignación de cantidades de producción a plantas europeas), el resultado no es claro por el efecto de otras, como la eliminación de la exención del impuesto de hidrocarburos desde el uno de enero de 2013.

IV.1.3.2. Consumo nacional de biocarburantes

En España el consumo de biocarburantes viene establecido a partir de cuotas de mezcla en gasolinas y gasóleos recogidas en regulaciones de ámbito nacional, que se han visto sometidas a frecuentes cambios.

El Real Decreto 459/2011 fijaba los objetivos anuales obligatorios de venta o consumo de biocarburantes con fines de transporte para 2011, 2012 y 2013, globales (6,2%, 6,5% y 6,5%, respectivamente), e individuales para biocarburantes en su mezcla con diésel (6,0% para 2011 y 7,0% para 2012 y 2013) o con gasolina (3,9% para 2011 y 4,1% para 2012 y 2013). Estos objetivos fueron revisados a la baja (4,1% para biodiésel y 3,9% para bioetanol) en virtud de la Ley 11/2013 de 26 de julio, de medidas de apoyo al emprendedor y de estímulo del crecimiento y de la creación de empleo, que pretendía dar estabilidad al sector y reducir el encarecimiento de los precios de los carburantes convencionales, estableciendo una rebaja del objetivo obligatorio de venta o consumo de biocarburantes para 2013 hasta el 4,1%, lo que provocó un descenso del consumo ese año del 57% respecto a 2012 (Tabla 6).

TABLA 6

**OBJETIVOS DE MEZCLA DE BIOCARBURANTES CON CARBURANTES
CONVENCIONALES ESTABLECIDOS POR LA NORMATIVA ESPAÑOLA**

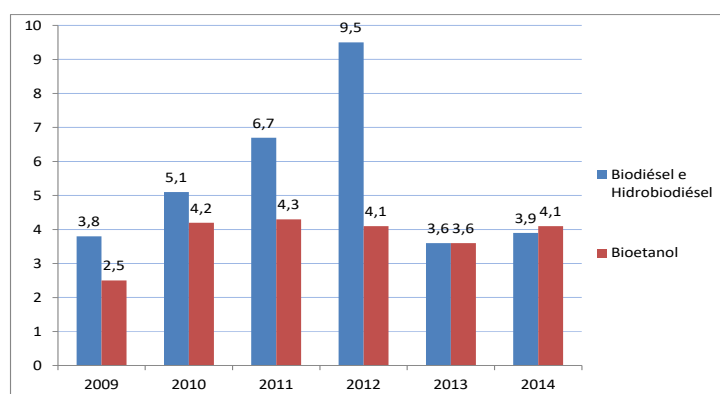
		2011	2012	2013
R.D. 459/2011	Biocarburantes	6,2	6,5	6,5
	Bioetanol	3,9	4,1	4,1
	Biodiésel	6	7	7
				2013 y ss
Ley 11/2013	Biocarburantes			4,1
	Bioetanol			3,9
	Biodiésel			4,1

R.D. 1085/2015	Biocarburantes		2016	2017	2018	2019	2020
			4,3	5	6	7	8,5

Fuente: las referidas disposiciones normativas.

GRÁFICO 7

CUOTA DE MERCADO REAL DE BIOCARBURANTES EN ESPAÑA, 2009-2014
(en % contenido energético)



Fuente: APPA (2013), p. 49, APPA (2014), p. 51.

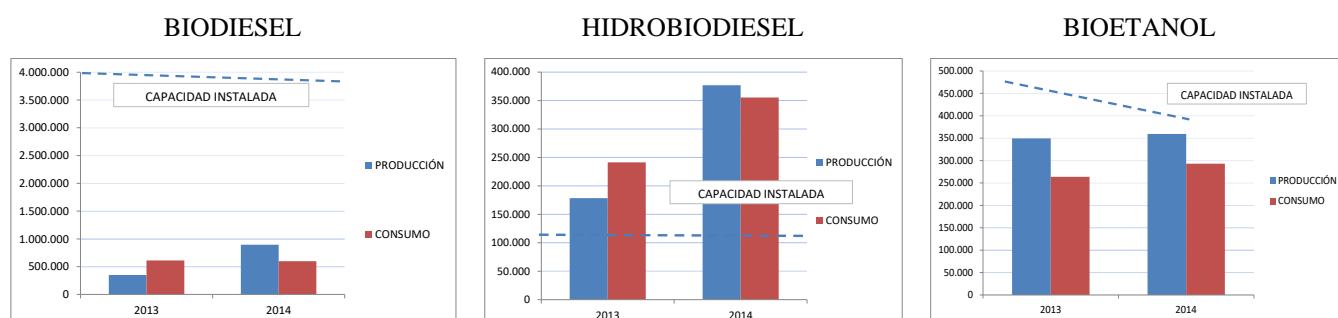
Los biocarburantes en el mercado español en 2013 alcanzaron en términos energéticos una cuota del 3,6%, y del 3,9% en 2014, cumpliéndose en ambos casos el objetivo global obligatorio (4,1%) gracias a la utilización de certificados de biocarburantes traspasados de los años 2012 y 2013 respectivamente (APPA, 2013 y APPA, 2014) (Gráfico 7).

Entre 2012 y 2013 el consumo de biocarburantes en España sufrió una contracción del 57,3% (pasando de 2,5 a 1 millón de toneladas) debido al descenso registrado en la demanda de biodiesel e hidrobiodiésel, compensándose la diferencia entre producción y consumo con un aumento de la exportación (en el caso del biodiesel se duplicó respecto al año anterior, alcanzando las 415.531 toneladas en 2013), convirtiéndose España ese año en un exportador neto (APPA, 2014). La caída nacional registrada en 2013 repercutió en el consumo europeo, pasando España de representar un 16,2% en 2012, al 6,9% en 2013 sobre dicho consumo (ver Anexo 4, Gráfico 47), influyendo en el descenso la reducción de objetivos de mezcla, que pasaron del 4,1% y 7% para bioetanol y biodiesel, al 3,9% y 4,1% respectivamente en 2013.

GRÁFICO 8

BALANCE DE BIOCARBURANTES EN ESPAÑA, 2013-2014

(Tm/año)



Fuente: APPA (2014), p. 51.

El objetivo español para 2014 fue entre un 35 y un 45% inferior al fijado en los principales mercados europeos de biocarburantes (Francia y Alemania), y un 20% más bajo que la media comunitaria. Sin embargo, gracias a la puesta en marcha del sistema de asignación de biodiesel y la aplicación de medidas *antidumping*, el consumo de biocarburantes aumentó un 9,2% en 2014 respecto a 2013, apoyado en el aumento de hidrobiodiesel y de etanol (APPA, 2014) (Gráfico 8). Para los años siguientes, el Real Decreto 1085/2015 de fomento de los Biocarburantes, ha establecido objetivos conjuntos del 4,3% en 2016, 5% en 2017, 6% en 2018, 7% en 2019 y 8,5% en 2020, en contenido energético.

IV.1.4. Problemas y perspectiva del sector en España

IV.1.4.1. Problemas de los biocarburantes en el ámbito nacional

Los beneficios del sector en España son aún marginales debido fundamentalmente al peso que la importación de estos productos ha tenido hasta fechas recientes. A la frágil situación de partida se añaden algunos problemas asociados a la generación de biocarburantes en España, que afectan a los ámbitos socioeconómico, energético y medioambiental:

- Producción inferior a la capacidad instalada: pese a la mejora registrada desde 2013, la producción nacional de biocarburantes continúa siendo muy inferior a la capacidad instalada: en 2014 cerraron tres plantas productoras de biodiesel, que se añaden a las 15 que detuvieron su actividad en 2013, mientras el 80% de las instalaciones supervivientes estuvieron paradas o funcionando al 20% (APPA, 2014). Esto ha incidido en el comportamiento del empleo en el sector en España, que si entre 2005 y 2008 reflejaba un aumento del 16%, a partir de ese año y hasta 2013 se reducía bruscamente, computándose 3.364 empleos directos e indirectos (el 3,6% del empleo total en renovables), para aumentar de nuevo en 2014 hasta los 4.259 (6% del empleo en renovables), registrando un crecimiento interanual del 21%, y representando la tecnología de mayor creación de empleo respecto a 2013, con 895 puestos netos. Pese a esta recuperación, la caída acumulada de empleo en el sector entre 2008 y 2014 superó el 40% (APPA, 2014) (ver Anexo 4, Gráfico 48).
- Impacto sobre el PIB: la contribución del sector biocarburantes al PIB en España se ha visto fuertemente reducida desde 2010, cuando se alcanzaron los casi 500 MM€, hasta 2013, en que cayó un 40%, hasta los 299 MM€, reflejando el descenso tanto en la demanda de combustibles convencionales como de la producción de biocarburantes, consecuencia del aumento de las importaciones y la incorporación del hidrobiodiesel, en su mayor parte también importado. A partir de 2013 se detecta cierta recuperación del sector, y en 2014 se alcanzó una participación de 418 MM€, un 5,7% de la aportación total de las renovables al PIB ese año (APPA, 2014) (Anexo 4, Gráfico 49).
- Seguridad energética: entre 2013 y 2014 los biocarburantes sustituyeron a los productos petrolíferos en un 3,9% en el caso de la gasolina y en un 4% en el caso del diésel, cuotas muy inferiores a las alcanzadas en 2012. El uso de bioetanol no reduce la dependencia del petróleo en el caso de España, que registra superávit de gasolina, por lo que su incorporación aumenta la cantidad sobrante de este combustible. Sin embargo, es deficitaria en gasóleos; en este caso, el biodiesel es clave para reducir la dependencia exterior del petróleo.

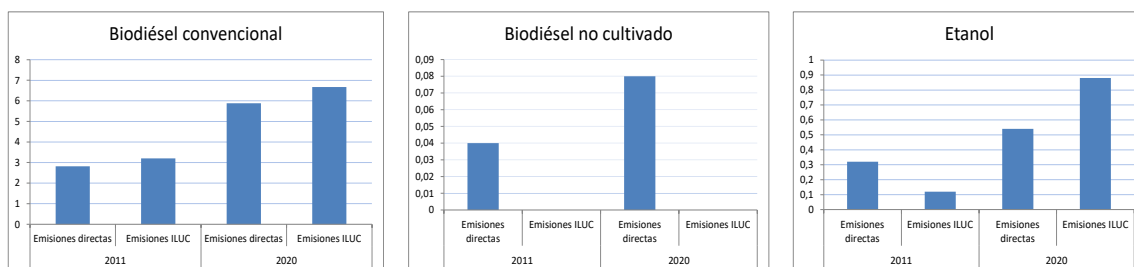
- Emisión de gases con efecto invernadero: la emisión de GEI alcanzó en España un máximo en 2007 para reducirse un 27% hasta 2013. De ellas, las asociadas al transporte (un 24,26% sobre el total en 2013), registraron una caída del 23% en ese periodo, debido por un lado a las mejoras técnicas de los carburantes, y por otro al menor número de desplazamientos por efecto de la crisis (ver Anexo 4, Gráfico 50).

La capacidad de reducción de emisiones GEI de los biocarburantes en España se estima en un 40% respecto a los combustibles convencionales (35% asignado al uso de biodiesel, 30% al de hidrobiodiesel y 66% al de bioetanol) (CNE, 2013b), en base a las materias primas declaradas en el sistema de certificación. Así, de alcanzar los objetivos establecidos en el PANER 2011-2020, se ahorraría en torno a los 37,3 millones de toneladas anuales de emisión de CO₂, del que el sector transporte sería responsable casi en un 15% mediante el uso de biocarburantes (ver Anexo 4, Tabla 26). Los datos ofrecidos por la Estadística de Biocarburantes (CNMC, 2015) mejoran estas previsiones, estimando que en 2014 se habría alcanzado una reducción total de emisiones GEI del 57% (53% para biodiesel, 44% para hidrobiodiésel y 73% para etanol) (cálculos realizados a partir de valores típicos).

Sin embargo, al considerar el impacto del cambio indirecto de uso del suelo en terceros países (ILUC), de los que proceden buena parte de las materias primas para la fabricación de estos productos, el efecto neto derivado del consumo de biocarburantes sobre las emisiones GEI podría ser contrario al esperado. Aunque es difícil realizar un cálculo exacto debido a los diferentes patrones utilizados en las diferentes regiones del mundo para medir el efecto ILUC, es posible modelizar las estimaciones (Charles et al., 2013).

GRÁFICO 9

ESTIMACIÓN DE EMISIONES ASOCIADAS AL CONSUMO DE BIOCARBURANTES EN ESPAÑA POR EFECTO ILUC, 2011 Y 2020



Fuente: Charles C., et al. (2013), p. 26.

En 2011, el 82% del biodiesel consumido en España se generó a partir de aceites importados de monocultivos de palma y soja, que podrían haber sido responsables

de un aumento neto de emisiones estimado en 6,5 millones Tm CO₂eq. Estas emisiones podrían duplicarse en 2020 (0,8 Mt de CO₂ anual) en función de los objetivos de consumo y de la producción esperada de etanol y biodiesel avanzados (Charles et al., 2013) (Gráfico 9).

- Sostenibilidad de los biocarburantes: el Real Decreto 1597/2011 transpone al ordenamiento español lo previsto por la normativa europea respecto al cumplimiento de determinados criterios de sostenibilidad de los biocarburantes con independencia de su origen. Sin embargo la Ley 11/2013 (artículo 42) estableció una moratoria o periodo de carencia para la verificación de la sostenibilidad de los biocarburantes, debido, según el texto normativo, a la necesidad de asegurar cierta estabilidad al sector ante la situación económica atravesada en ese momento. Durante ese periodo debía reportarse información sobre las características de sostenibilidad de estos productos, aunque no era obligatorio acreditar el cumplimiento de criterios de sostenibilidad para alcanzar los objetivos de venta de biocarburantes, por lo que en 2013 España computó un 0% de producción de biocarburantes certificados como sostenibles. El periodo de carencia finalizó el 1 de enero de 2016⁶¹ una vez superadas las circunstancias que motivaron su implementación, fecha a partir de la cual es de aplicación lo previsto en el Real Decreto 1597/2011.
- Límite a los biocarburantes convencionales: la norma europea respecto al reparto entre biocarburantes convencionales y avanzados fue traspuesta al derecho nacional mediante Real Decreto 1085/2015 (art. 2), según el cual para el cómputo del objetivo de renovables en el transporte, la cuota de biocarburantes producidos a partir de cereales y otros cultivos ricos en almidón, azúcares, oleaginosas y otros plantados en terrenos agrícolas como cultivos principales con fines energéticos, no podrá superar el 7% del consumo final de energía en transporte en 2020. En España la mayor parte de los biocarburantes utilizados son convencionales o de primera generación, estimándose que proceden de aceite usado de cocina (UCO) o de grasas animales solo el 6,6% (Charles et al., 2013). Concretamente, el porcentaje de biocarburantes de primera generación consumidos en España en 2014 alcanzó el 98% sobre el total en contenido energético, lo que supuso que de la obligación global de mezcla del 4,1%, el 4% se alcanzó con biocarburantes convencionales. Si se mantuviera esa estructura en el mercado de materias primas, de la obligación establecida para 2020 (8,5%), el 8,3% estaría integrado por biocarburantes de primera generación, superándose el límite del 7% establecido por la Directiva 2009/28/CE (CNMC, 2015).

⁶¹ En virtud de la Resolución de 29 de abril de 2015, de la Secretaría de Estado de Energía.

IV.1.4.2. Perspectiva nacional de los biocarburantes

La optimización tecnológica prevista para la producción de biocarburantes afectará tanto a la eficiencia del proceso productivo como a la mejora de los productos, en términos de aseguramiento de la calidad y sostenibilidad, impulso a las mezclas etiquetadas mediante el desarrollo de especificaciones técnicas para B30 y E85, etc (Minetur, 2011). Además, las nuevas líneas de producción tenderán a integrar a los biocarburantes en complejos industriales amplios, capaces de transformar la biomasa en productos y subproductos en función de la demanda del mercado, en lo que se denomina *biorrefinerías* (ver epígrafe III.4), instalaciones basadas en diversas materias primas (material lignocelulósico, cultivos agroenergéticos completos, residuos, etc), destinadas a la fabricación de biocarburantes y otros subproductos.

La previsión del Plan Nacional de Energías Renovables apuntaba a que el consumo de biodiesel en España tuviera un ritmo de crecimiento más acelerado a partir de 2013, promovido por el desarrollo de especificaciones para mezclas etiquetadas, junto con el previsible éxito de la normalización del B10 (Minetur, 2011). El Plan prevé un descenso progresivo de las importaciones hasta estabilizarse en torno al 10% del consumo al final del periodo 2011-2020, momento en que podría esperarse un grado de utilización próximo a los dos tercios de aceites vegetales usados en la elaboración de este carburante. Hasta 2013 Argentina e Indonesia fueron los principales países de origen del biodiesel consumido en España. En 2014 el gobierno español estableció un sistema de cuotas a la producción de biodiesel⁶², asignando las mayores cantidades a la producción nacional y restringiendo las importaciones, consiguiendo un aumento de participación de los productores españoles de biodiesel del 65,9% en 2014 y 66,3% en 2015, mientras el resto se repartía entre países europeos, mejorando la perspectiva productivas nacionales (ver Anexo 4, Gráfico 51). Actualmente el biodiesel en formato etiquetado se distribuye en España desde unas 200 estaciones de servicio de las más de 8.500 existentes (un 2,35%), por lo que el desarrollo del mercado está condicionado por la aparición de un número suficiente de puntos de venta que garantice la disponibilidad del producto en todo el territorio nacional.

Respecto al bioetanol, se prevé que el consumo en España prácticamente se doble, desde los 193,7 ktep registrados en 2011 hasta 400 ktep en 2020, de los que 350 ktep corresponderían a bioetanol de primera generación y 50 ktep de segunda, producción que ese año se distribuiría en mezclas etiquetadas E85. Según esta estimación, la producción nacional de cereales (trigo, cebada, sorgo) sería insuficiente para cubrir la

⁶² Resolución de 24 de enero de 2014, de la Secretaría de Estado de Energía.

demanda, dado que España es deficitaria en cereales incluso para abastecerse de los consumos prioritarios en alimentación y ganadería. Esta circunstancia haría inevitable la importación de cereales para satisfacer la demanda existente, que podría cubrirse con la capacidad de fabricación nacional (Minetur, 2011).

Pese a estas previsiones, actualmente existe una elevada incertidumbre sobre la capacidad española para alcanzar los objetivos de 2020, puesto que a la situación de crisis económica que en muchos aspectos continúa vigente, se une la escasa o nula planificación del sector para el periodo post-2020.

IV.2. Posición de organismos españoles

La documentación analizada ha permitido recabar posiciones, en general favorables, al desarrollo e impulso de los biocarburantes en España, aportando elementos para una mejor comprensión de la evolución y coyuntura del sector, cuya producción y consumo han descendido en los últimos años debido a factores como el encarecimiento de las materias primas, la controversia generada en torno a los posibles impactos sobre el precio de los alimentos o el desplazamiento de otros cultivos tradicionales, así como a los continuos cambios de la regulación en lo que se refiere a objetivos de mezcla con carburantes convencionales, que junto a la finalización de la exención impositiva o la del periodo de carencia para acreditar su sostenibilidad, están dificultando su recuperación.

A continuación se resume la posición de estos organismos, que se agrupan según sean públicos (exceptuando a los propiamente reguladores) o privados, recogiendo en el Anexo las posiciones de cada uno con más detalle.

IV.2.1. Sector Público⁶³

Este sector (ver Anexo 4, Recuadro 2) defiende el uso de los biocarburantes en la medida en que pueden reducir las emisiones de CO₂, admitiendo un posible aumento en la emisión de compuestos orgánicos volátiles responsables de la generación de ozono. Por otra parte, entiende que su uso mejora el aprovechamiento de tierras agrícolas de escaso valor, revitalizando las economías rurales y el sector agroindustrial.

En su opinión, la sustitución de los objetivos individuales de biodiesel y bioetanol por un objetivo global para biocarburantes no es conveniente en el caso de España ya que puede originar un impacto negativo sobre los correspondientes productores y sobre la inversión en I+D de estos productos. Por otra parte, considera que para alcanzar el 10%

⁶³ Representado por la Fundación de Energía de la Comunidad de Madrid (Fenercom), la Agencia Andaluza de la Energía (AAE) y la Comisión Nacional de Mercados y Competencias (CNMC).

de combustibles renovables a 2020 (Directiva 2009/28/CE) es necesario mantener una senda creciente, garantizando la introducción de ambos tipos de biocarburante, para lo que resulta necesario aumentar la participación de biocarburantes avanzados.

Desde un punto de vista económico, el final del periodo de carencia para acreditar la sostenibilidad de los biocarburantes afecta negativamente a los usuarios de gasolina y gasóleo o diésel, operadores al por mayor de gases licuados del petróleo, comercializadores de gas natural y gestores de carga del sistema de energía eléctrica, por lo que, ante las diversas regulaciones en vigor relativas a la reducción de emisiones, se consideraría más operativo la existencia de una única regulación y mecanismo de control y notificación asociados a nivel europeo.

Pese al avance de la industria de los biocarburantes, persiste una elevada dependencia de ayudas públicas, debiendo, en su opinión, evolucionar hacia un modelo de negocio basado en la competitividad, lo que actualmente es difícil ante un coste de producción en general superior al de los carburantes fósiles. La falta de competitividad de estos productos está muy relacionada con la sensibilidad al precio del crudo, que se emplea en buena parte del proceso productivo de los biocarburantes convencionales (cultivo, transporte y transformación).

El momento crítico que atraviesa la industria de biocarburantes está impulsando una transición hacia modelos productivos más integrados y la obtención de productos avanzados que no compitan con usos alimentarios. Aunque continúa siendo más cara debido a unas tecnologías en estado prematuro de desarrollo, esta producción es interesante al ser menos sensible a la evolución del precio de las materias primas.

Respecto a la obtención de biocarburantes a partir de residuos de aceites vegetales, el sector revela la existencia de un vacío legal, ya que el residuo recogido en depósitos ubicados en núcleos urbanos es de competencia municipal, mientras la autorización de las personas físicas o jurídicas dedicadas a la valorización y/o eliminación de estos residuos, así como el registro de las actividades de gestión de los mismos distintas de la valorización y eliminación son competencia autonómica. En todo caso, en su opinión, está recogida es insuficiente, y escasamente rentable al requerir un tratamiento específico previo a su utilización.

Se apoya desde aquí la implantación progresiva del modelo de las denominadas *biorrefinerías*.

IV.2.2. Sector Privado⁶⁴

Para este sector (ver Anexo 4, Recuadro 3) la utilización de biocarburantes contribuye a reducir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, así como la dependencia energética, además de evitar la contaminación de los suelos al ser fácilmente biodegradables. Por otra parte, considera que representan una oportunidad para un desarrollo agrícola alternativo, mostrándose favorable a las ayudas públicas al sector agrario para impulsar su producción, de forma que se pueda planificar y alcanzar el objetivo del 10% de combustibles renovables establecido para 2020. También estima que representa ventajas para el sector transportes, que en todo caso debe afrontar los inconvenientes relacionados con su distribución y logística, la necesidad de reservas estratégicas que garanticen el suministro, la insuficiencia de materias primas para abastecer la producción, o los requisitos técnicos que limitan su comercialización.

Por otra parte, entiende que el consumo de biocarburantes en España obedece sobre todo al cumplimiento de la regulación normativa, que establece objetivos de mezcla con los carburantes convencionales para su incorporación por parte de los operadores petrolíferos.

En su opinión, la venta de estos productos en las estaciones expendedoras o biogasolineras (en torno a los 1.000 litros diarios) es demasiado baja para amortizar los costes y mostrar arraigo en el mercado, lo que aún no se ha alcanzado, quizás por falta de información y propaganda. En este sentido, sería necesario que el mercado acote las alternativas propuestas para utilizar combustibles más sostenibles, porque es imposible abordar todas ellas en pie de igualdad. Para ello el Gobierno y las administraciones autonómicas deberían desarrollar una política energética de impulso claro a la producción y consumo de biocarburantes.

Este sector critica la nueva fiscalidad de los biocarburantes, que dejaron de estar exentos de impuestos a partir del 1 de enero de 2013. Diversas asociaciones agroganaderas se han pronunciado a favor de impulsar los biocarburantes de ámbito nacional, firmando en 2010 junto a las representantes de selvicultores, cooperativas agroalimentarias, y la Asociación Española de Productores de Energías Renovables, un manifiesto en defensa de la producción de biomasa⁶⁵.

⁶⁴ Representado por la Asociación de Empresas de Transporte de la Región Centro (ATRADICE), y la Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental (FUNSEAM).

⁶⁵ Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores (ASAJA), Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos (COAG), Unión de Pequeños Agricultores (UPA), Confederación Agroforestal Española (COSE), Asociación Española de Productores de Energías Renovables (APPA). *Manifiesto Pro-Biomasa: Biomasa, ahora o nunca*. Recuperado de: http://www.appa.es/descargas/Manifiesto_Pro-Biomasa.pdf.

Por otra parte, la población apoya el uso de biocarburantes, según un Eurobarómetro que demuestra que “la gran mayoría de los ciudadanos, tanto en España como en el resto de la Unión Europea, apoya la promoción de los biocarburantes actuales y futuros” (CE, 2011b).

IV.3. Recapitulación

En España la actividad económica está condicionada por el sector energético, que a su vez depende del desarrollo de las fuentes renovables de energía. Por otro lado, el transporte es el sector español que presenta una mayor proporción de consumo energético (39,4% en 2013), donde los productos petrolíferos suponen el 95,6% de la demanda total de carburantes, mientras los *alternativos* no alcanzan el 3%. Debido a esto, en 2013 el transporte fue responsable del 24,3% del total de emisiones GEI en España.

La necesidad de reducir tanto la dependencia energética como las emisiones GEI, ha llevado a las instituciones europeas a impulsar la presencia de biocarburantes en los combustibles como principal instrumento para alcanzar un 10% de renovables en el transporte en 2020. En este objetivo las regulaciones europea y española han seguido una trayectoria progresivamente más exigente y adaptada a las circunstancias socioeconómicas y medioambientales en cada momento. En España, la frecuencia de los cambios normativos obedece a la necesidad de adaptación al escenario económico, así como a la de asegurar cierta estabilidad al sector de los carburantes, sin comprometer el cumplimiento de los objetivos europeos de mezcla en biocarburantes para 2020 (RD 1597/2011).

España hasta 2010 ocupaba una posición de liderazgo en el ámbito europeo respecto a la producción y consumo de biocarburantes, registrando desde entonces un pronunciado retroceso provocado, entre otros factores, por las condiciones de competencia desleal afrontadas por el mercado español. Esta caída se ha dejado sentir tanto en términos económicos (participación del sector en el PIB nacional), como en el empleo del sector, siendo sus beneficios en España actualmente todavía marginales, debido en parte al peso de la importación de materias primas (reducida desde 2013 gracias al establecimiento de medidas *antidumping*), pero sobre todo a una capacidad instalada superior a la producción y al consumo tanto para el biodiesel como para el bioetanol, reflejándose en ambos casos un desajuste entre inversión y demanda.

El uso de bioetanol en España no reduce la dependencia del petróleo al existir un superávit de gasolina debido a la dieselización del transporte registrado en los últimos años, por lo que su incorporación aumenta la cantidad sobrante de este combustible. Por

el contrario España es deficitaria en gasóleos, lo que obliga a importarlos, siendo el biodiesel clave para reducir la dependencia del petróleo.

El objetivo establecido por el gobierno español de alcanzar el 8,5% de mezcla para 2020, debe ajustarse a la norma europea de limitar al 7% la cuota de biocarburantes convencionales, y un objetivo de referencia del 0,5% para biocarburantes avanzados. Y mientras los operadores petrolíferos mantienen el esfuerzo por cumplir los objetivos de incorporación de biocarburantes, la industria automovilística manifiesta reticencias al uso de porcentajes mayores del 10% en el caso de bioetanol, y del 7% en el de biodiesel, al no ser aptas para los motores actuales. Por tanto, la modificación de las especificaciones técnicas favorecería el aumento del consumo de biocarburantes, al impulsar la comercialización de mezclas etiquetadas en estaciones de servicio (E85, B10, B30, B100), si bien se reconoce la necesidad de incentivos económicos a la fabricación, compra y utilización de vehículos que puedan utilizar dichas presentaciones para asegurar su viabilidad comercial.

Las posiciones de algunos organismos representantes del sector público y privado completan esta perspectiva del sector en España. Se manifiestan en general favorables al desarrollo del sector al considerar que goza de reconocidas ventajas de índole ambiental y socioeconómica, pese a lo cual su producción y consumo han descendido en los últimos años debido al encarecimiento de las materias primas, la controversia generada en torno a los posibles impactos sobre el precio de los alimentos o el desplazamiento de otros cultivos tradicionales, y a los cambios sufridos en la regulación en cuanto a objetivos de mezcla, lo que junto a la finalización de la exención impositiva o la del periodo de carencia para acreditar su sostenibilidad, está dificultando su recuperación.

Los resultados sobre la situación española en el sector transporte, invitan a realizar un análisis del reflejo del contexto en una de las regiones más representativas en el ámbito nacional, la Comunidad de Madrid, dadas sus especiales características territoriales, morfológicas y funcionales, pero también institucionales, por su condición de capital de España.

V. LOS BIOCARBURANTES EN EL ÁMBITO AUTONÓMICO: EL CASO ESPECÍFICO DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

Junto al interés intrínseco que despierta esta región a la hora de realizar un análisis en el ámbito energético, el de los biocarburantes representa un campo de investigación apenas abordado en la CAM, lo que ha dado pie al planteamiento de esta tesis.

Este apartado realiza una comparativa interautonómica basada en variables relacionadas con la economía, el sector energético, el sector transportes, el sector agroindustrial y las emisiones a la atmósfera asociadas al sector transporte por carretera. Pese a que las características específicas de la Comunidad de Madrid para el sector energético la dotan de una fuerte singularidad respecto a la media de las regiones españolas, el análisis lejos de discriminarla la relaciona con otras dos regiones (Navarra y País Vasco), que si bien comparten una posición próxima a la CAM en algunas de las variables, registran en ambos casos mayor producción de biodiesel.

El apartado trata de discernir las razones de este comportamiento, y validar la búsqueda de las posibilidades respecto al sector biocarburantes en el ámbito de la CAM.

V.1. Los carburantes en las Comunidades Autónomas

La tendencia al consumo de productos petrolíferos en España ha ido en aumento hasta 2007 (ver epígrafe IV.1.1), para sufrir caídas durante los años de crisis (2007-2013), del 46% en el caso de las gasolinas y del 31% en el de los gasóleos. En este retroceso ha tenido fuerte repercusión el desplome del consumo de biodiesel registrado a partir de 2011, que mientras ese año representaba el 6,6% en volumen del consumo diésel, en 2013 retrocedía al 3,4%.

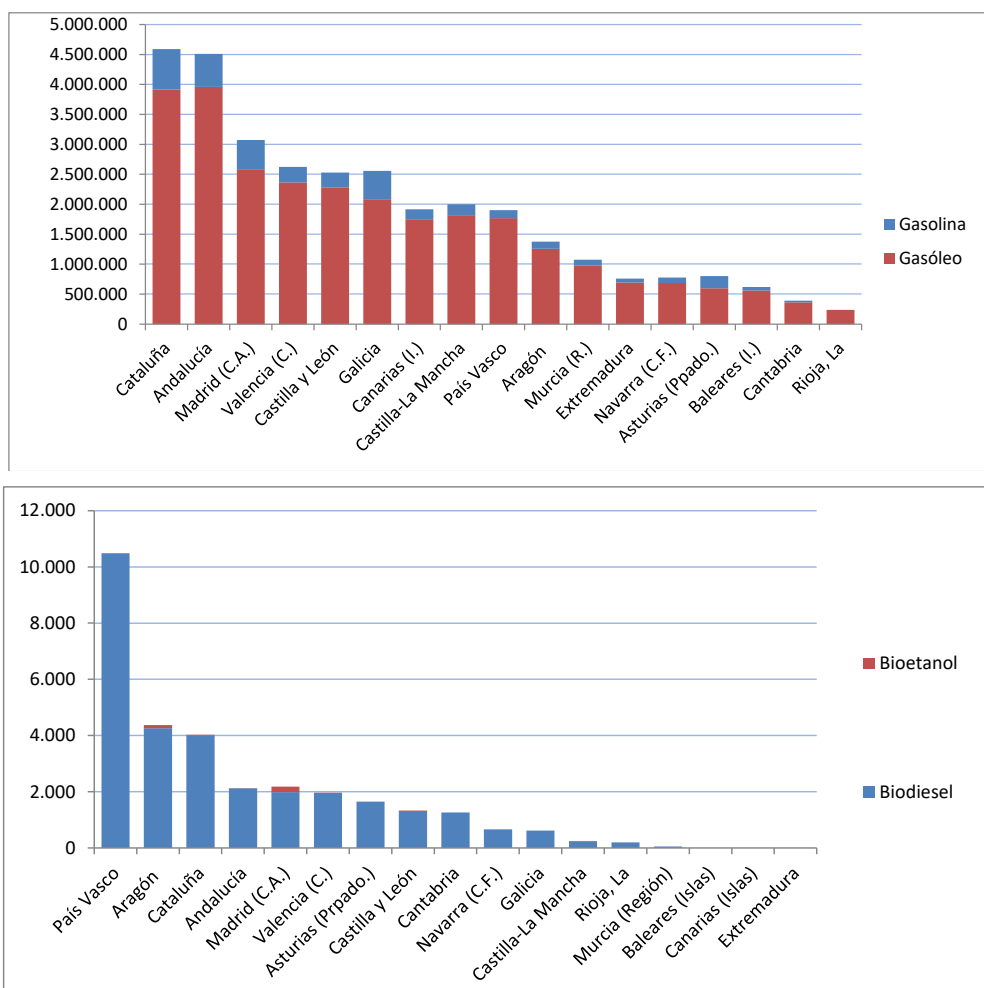
Este consumo difiere mucho entre Comunidades Autónomas, en relación tanto a los carburantes convencionales como a los biocarburantes. Así los mayores volúmenes de consumo de gasolinas y gasóleos se registraron en 2013 en Cataluña, Andalucía, Madrid y la Comunidad Valenciana, regiones en las que el gasóleo superaba el 80% del consumo de productos petrolíferos, y que juntas representaban prácticamente el 50% del consumo total (Gráfico 10).

Ese año destacaron por el consumo de biocarburantes el País Vasco, Aragón, Cataluña, Andalucía y la Comunidad de Madrid, superando juntas el 70% del total, si bien no en todos los casos coinciden con las regiones que registraron un mayor consumo de productos petrolíferos, deduciéndose que hay otros factores que condicionan el consumo de biocarburantes, como se verá más adelante.

GRÁFICO 10

CONSUMO DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS Y BIOCARBURANTES POR CCAA, 2013

(Toneladas)



Fuente: datos extraídos de *Estadística de productos petrolíferos*, CNMC.

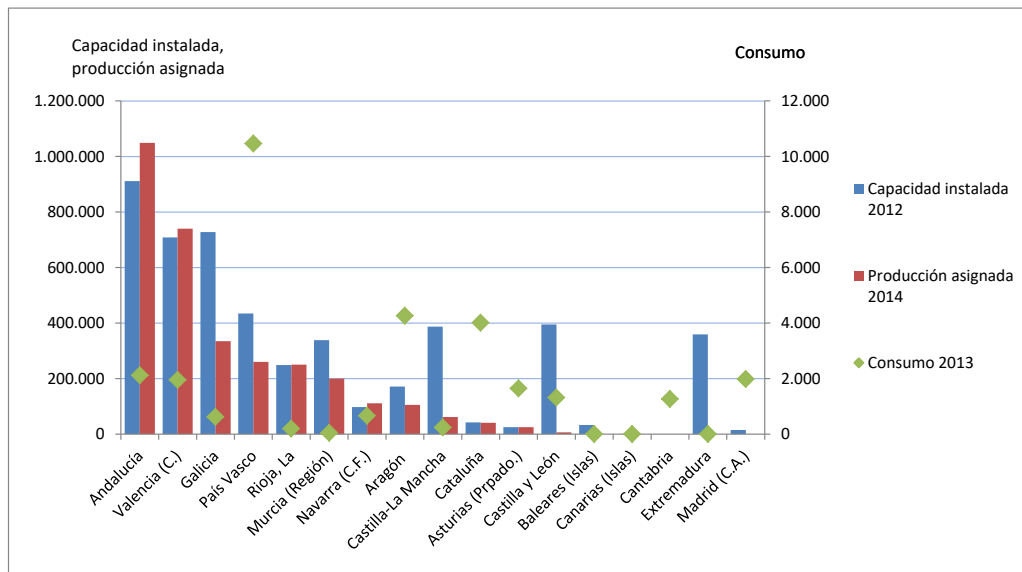
En coherencia con un consumo más elevado para el diésel respecto a la gasolina, en prácticamente todas las CCAA el biodiesel rebasaba con mucho el 90% del consumo de biocarburantes, exceptuando la Comunidad de Madrid, donde la cuota de bioetanol superaba el 9%.

Como se ha comentado (epígrafe I.3.1), la información sobre biocarburantes ofrecida por la Estadística de productos petrolíferos, agrupa productos puros y mezclas de etiquetado obligatorio (superiores al 7% en volumen en el caso de biodiesel, y al 10% en volumen en el caso de bioetanol) (Gráfico 11), por lo que no refleja la totalidad del consumo realizado, que puede incluir otras mezclas, sirviendo únicamente a efectos de comparativa regional (CNMC, 2016).

GRÁFICO 11

CAPACIDAD INSTALADA, PRODUCCIÓN ASIGNADA Y CONSUMO DE BIOCARBURANTES POR CCAA

(Toneladas)



Fuentes: datos extraídos de Estadística de productos petrolíferos (CNMC), IDAE (2010b), y Resolución 24/01/2014.

La asincronía de las variables no ha impedido establecer una comparativa interautonómica, puesto que la capacidad instalada no registra variaciones interanuales considerables, y la distancia temporal entre los registros de consumo y producción asignada (cuyo primer año disponible es 2014) evidencia aún más la situación del sector. Así, se observa que el consumo de biocarburantes parece comportarse en general de forma independiente a la capacidad instalada y producción asignada (variables estas últimas que, excepto para Castilla-La Mancha, Castilla y León y Extremadura, guardan proporción). Así, regiones con baja capacidad instalada, como Cataluña, Principado de Asturias o la Comunidad de Madrid, registran un consumo relativamente alto, mientras en otras con elevada capacidad instalada, como Andalucía, Valencia o Galicia, el consumo es proporcionalmente inferior.

No parece, pues, que se esté siguiendo un esquema de impulso al desarrollo endógeno para este sector en territorio nacional español, lo que serviría para optimizar la transformación de los recursos naturales regionales aprovechando la infraestructura y capacidad disponibles, tal como ocurre en el caso de otros sectores renovables como la energía eólica, que ubica las mayores empresas del sector en las regiones con mayor potencial energético y especialización de industria de transformados metálicos y maquinaria, posibilitando la transferencia tecnológica hacia empresas de ingeniería y servicios, y ejerciendo un efecto positivo sobre la economía regional (Martínez Sánchez et al., 2002).

V.2. Análisis interautonómico: un enfoque descriptivo

Como preámbulo del análisis empírico realizado en esta tesis, se analiza la información estadística seleccionada para establecer un contraste interautonómico que corrobore y valide la oportunidad de estudiar el potencial de los biocarburantes en el ámbito local de la Comunidad Autónoma de Madrid.

Este apartado ofrece un estudio interautonómico integrado por un análisis factorial, uno de componentes principales (ACP) y un análisis clúster basado en los factores obtenidos en el ACP, para comprobar si la CAM se comporta como un elemento aislado en este contexto de variables relacionadas con la energía aplicada al sector transporte.

V.2.1. Análisis Factorial, Componentes Principales y Clúster

V.2.1.1. Variables relacionadas con el sector transporte por carretera

La información estadística disponible con desagregación autonómica sobre el sector energético aplicado al transporte, es con frecuencia insuficiente y/o está escasamente actualizada. La mayor dificultad estriba en que no existe una única fuente para las variables relacionadas con el sector, pudiendo variar en aspectos como las unidades de medida o las regiones consideradas (p.e. habitualmente Ceuta y Melilla carecen de información), lo que resta homogeneidad y dificulta la comparabilidad de los datos. Por otro lado, y concretamente en relación a los biocarburantes, las series temporales relativas a producción y consumo son cortas, dada su reciente entrada en el mercado, y discordantes según la procedencia de los datos.

Para este análisis, orientado a la búsqueda de especificidades en la CAM que justifiquen el planteamiento de la investigación, se ha recopilado la información más actualizada y completa disponible en el momento del recabado, eligiendo aquellos parámetros que resultan más representativos en el ámbito del sector transporte por carretera, completándose con datos sobre el producto interior bruto.

Se trata de variables directa o indirectamente relacionadas con el transporte, como el parque de vehículos, consumo de carburantes convencionales, consumo de biodiesel, emisiones de gases con efecto invernadero asociadas al transporte por carretera, y extensión de la red de carreteras, en el primer caso, o la superficie destinada a cereal y oleaginosas (por su potencial utilización para la fabricación de biocarburantes), la potencia eléctrica instalada y balance de energía eléctrica (por su aplicación a los vehículos eléctricos o híbridos), y la potencia instalada en régimen especial (energía producida a partir de renovables) como representativas del segundo, incluyéndose a los biocarburantes como una tipología más. Se considera también el PIB per cápita para contrastar una posible relación entre el nivel de riqueza regional y el resto de variables.

No se han incluido datos de consumo de bioetanol, porque en 2013 representaba en España apenas el 1,1% del consumo total de biocarburantes. En el caso concreto de la Comunidad de Madrid, sin embargo, ese consumo era algo más representativo elevándose al 9% sobre el consumo regional total de biocarburantes (la CAM representó ese año el 56% del consumo nacional de bioetanol, frente a un escaso 6,4% sobre el total de biocarburantes consumidos en España).

Concretamente, las variables seleccionadas son:

- PIB per cápita (euros/habitante)
- Parque de vehículos, diésel y gasolina (número/100 habitantes)
- Consumo de gasolina y diésel (toneladas/vehículo)
- Consumo Biodiesel (% sobre consumo diésel)⁶⁶
- Capacidad de producción de biodiesel (% sobre consumo diésel)⁶⁷
- Superficie cereales grano y oleaginosas (% sobre superficie agrícola CCAA)
- Emisiones GEI atribuidas al transporte por carretera (en gr CO₂eq⁶⁸/km), para gasolina y gasoil
- Balance energía eléctrica (GWh) (generación-demanda de energía eléctrica)
- Potencia eléctrica instalada régimen especial (% sobre total)
- Red carreteras (% respecto a superficie autonómica)

V.2.1.2. Comparativa por Comunidades Autónomas

Este epígrafe ofrece un análisis interautonómico para el territorio nacional (a excepción de Ceuta y Melilla, por carecer de datos para muchas de las variables), que recoge los valores para cada Comunidad autónoma junto a la correspondiente media nacional. La información gráfica (ver Anexo 5, Gráfico 52) pone de manifiesto la existencia de cierta heterogeneidad o distancia interautonómica para muchas de las variables analizadas, especialmente evidente en el caso de la Comunidad de Madrid. Las unidades de medida

⁶⁶ Se elige el biodiesel como biocarburante más representativo, porque su consumo en España en 2013 fue del 90% sobre el total de biocarburantes.

⁶⁷ Se ha utilizado la capacidad de producción correspondiente a 2012, a partir de la información contenida en el CNE (2013b), pp. 203-205.

⁶⁸ CO₂ equivalente (CO₂eq.): los gases de efecto invernadero distintos del dióxido de carbono (metano, óxido nitroso, clorofluorocarbonos y hexafluoruro de azufre) son convertidos a su valor equivalente en dióxido de carbono, multiplicando la masa del gas en cuestión por su potencial de calentamiento global. Esta conversión obedece a que el CO₂ representa más del 80% de la composición de los GEI, aunque todos los demás tienen mayor potencial de calentamiento. Por ejemplo, el metano (que representa el 7%) tiene una capacidad de calentamiento por kilogramo 21 veces mayor.

son siempre relativas, para que los resultados no puedan asociarse en ningún caso al tamaño regional.

Los datos indican cómo en 2013 la Comunidad de Madrid superaba la media nacional en PIB per cápita, parque de vehículos diésel por cada 100 habitantes, precio de gasolina y gasoil, porcentaje de superficie cultivada de cereal sobre el total de cultivos de la región, y superficie dedicada a la red de carreteras respecto a la superficie autonómica (42% frente al 39% de media nacional). Estos resultados reflejan una estrecha relación entre el nivel de renta y las variables más directamente relacionadas con el sector transporte por carretera.

La tasa electricidad en régimen especial se eleva al 88% de la energía eléctrica generada en la CAM, aunque en términos absolutos esta generación es muy escasa. De hecho, la CAM ocupó en 2013 la última posición en generación de energía eléctrica, con un 0,6% sobre el total en España frente al 11,6% de demanda respecto al total nacional, lo que supuso un balance neto importador en la región, alcanzando ese año el mayor déficit registrado en España.

Por lo que hace al consumo regional de carburantes por vehículo, ese año fue inferior a la media nacional tanto para gasóleo como para gasolina, alcanzando respectivamente un 9,3 y un 11,8% respecto a las correspondientes medias. En consecuencia, las emisiones GEI asociadas al transporte por carretera fueron, para gasolina y gasoil, inferiores a las emisiones medias nacionales. Ambos resultados pueden obedecer a un aumento de eficiencia energética en el parque madrileño de vehículos, pero también podrían estar reflejando el fuerte impacto de la crisis en la CAM, traducido en una caída de los desplazamientos por carretera. En términos de capacidad de producción de biocarburantes, y concretamente en relación al biodiesel, esta es muy inferior respecto a la producción media nacional, tanto en términos absolutos como en relación al consumo autonómico de diésel. En contraste con esta débil posición de la capacidad productiva, en 2013 la Comunidad de Madrid fue la quinta región con mayor consumo de biocarburantes, representando un 6,4% respecto al consumo nacional de biodiesel y un 56,2% respecto al consumo nacional de bioetanol.

En resumen, se trata de una región cuyo producto interior bruto era en 2013 el segundo mayor de España, lo que guarda relación con el gran parque de vehículos, tanto gasolina como gasoil, y la elevada densidad de red de carreteras respecto a la superficie autonómica. Por otro lado, la escasa generación de electricidad, en prácticamente el 90% se produce a partir de fuentes renovables, lo que pone de manifiesto la existencia de potencial para incrementarla. Además, frente a una prácticamente inexistente

capacidad de producción de biocarburantes, se trata de una de las regiones que en 2013 registró una mayor demanda.

V.2.1.3. Análisis Factorial interautonómico (AF)

El análisis factorial planteado en este epígrafe busca la agrupación de las variables seleccionadas en factores que expliquen la mayor parte de la varianza total, de forma que se simplifique el manejo de los datos. Así, a partir de esas variables, se tratará de agrupar a las Comunidades Autónomas en conglomerados o *clúster* en función de similitudes factoriales, con la idea de comprobar si la CAM se discrimina o no del resto en base a los parámetros elegidos.

Matriz de Correlación

La matriz de correlación interautonómica para las anteriores variables, se ha obtenido a partir del coeficiente de correlación de Pearson, aplicable a variables cuantitativas con independencia de la escala de medida de las mismas (ver Anexo 5, Tabla 27). El análisis utiliza variables relativas, para evitar que la agrupación de Comunidades Autónomas se explique en base a criterios de tamaño regional.

LISTADO DE VARIABLES: ETIQUETAS ASIGNADAS, NOMBRE Y UNIDAD DE MEDIDA

PIBpc	PIB per cápita	euros/habitante
Pargas	Parque vehículos gasolina	nº/100 hab
Pardis	Parque vehículos diesel	nº/100 hab
Congas	Consumo de Gasolina	ton/vehículo
Condie	Consumo Diesel	ton/vehículo
ConBD	Consumo Biodiesel	% sobre consumo diesel
CapprodBD	Capacidad producción Biodiesel 2012	% consumo diesel
Cereaprop agrícola CCAA	superficie destinada a cereales grano y cultivos industriales	% sobre sup
Oleagprop agrícola CCAA	Superficie oleaginosas	% sobre superficie
Emisco2transpk	Emisiones medias CO ₂ por transporte	g/km, Total
Emisco2transgaspk	Emisiones CO ₂ por transporte	g/km, Gasolina
Emisco2transdiepk	Emisiones CO ₂ por transporte	g/km, Gasoil
Balelec	Balance energía eléctrica	GWh
Potenelinsre	Potencia eléctrica instalada régimen especial	% sobre total
Redcar autonómica	Red carreteras	% respecto a superficie
Pregas	Precio gasolina 95 s/p (PVP)	cts €/l
Predis	Precio gasóleo A (PVP)	cts €/l

Tras realizar el test KMO (Kaiser, Meyer y Olkin) a la matriz de coeficientes de correlación obtenida inicialmente, se comprobó que el modelo tal como estaba planteado no era significativo ($KMO < 0,5$).

Así pues se procede a eliminar las siguientes variables por su reducido nivel de correlación: Red carreteras (% respecto a superficie autonómica), Superficie oleaginosas (% sobre superficie agrícola CCAA), Superficie destinada a cereales grano y cultivos industriales (% sobre sup agrícola CCAA) y Balance energía eléctrica (GWh).

De la matriz de coeficientes de correlación resultante (ver Anexo 5, Tabla 28), se han considerado sólo aquellos valores con nivel de significación igual o inferior a 0,05. Según los resultados arrojados por la nueva matriz, se ha obtenido correlación positiva significativa entre las siguientes variables:

- Fuerte (0,76 a 1):
 - Consumo de gasolina y consumo diésel,
 - Precio de gasolina y gasoil,
 - Emisiones CO₂ del sector transporte por carretera total, gasolina y gasoil.
- Moderada (0,51 a 0,75):
 - PIB y consumo biodiesel,
 - Parque de vehículos diésel y precio de gasolina y gasóleo,
 - Parque de vehículos diésel y potencia instalada régimen especial,
- Débil (0,50 a 0,26):
 - PIB y potencia eléctrica en régimen especial;
 - Parque vehículos de gasolina y consumo carburantes;
 - Consumo diésel y consumo biodiesel;
 - Capacidad producción biodiesel y potencia eléctrica en régimen especial.

Entre las correlaciones negativas destacan por ser significativas las detectadas entre las siguientes variables:

- Fuerte (-1,00 a -0,76):
 - Parque de vehículos diésel y gasolina.
 - Consumo de gasolina y gasoil y los correspondientes precios
- Moderada (-0,75 a -0,51):
 - PIB y emisiones CO₂;
 - Consumo y capacidad de producción de biodiesel y emisiones de CO₂.
- Débil (-0,50 a -0,26)
 - Parque vehículos gasolina y consumo y capacidad producción biodiesel; Parque de vehículos diésel y consumo gasolina;
 - Consumo diésel y emisiones CO₂.

Se observa una fuerte correlación positiva entre variables como el consumo de gasolina y gasoil, o el precio de gasolina y gasoil, detectándose marcadas diferencias interautonómicas, especialmente en el caso del consumo de gasóleo.

Las emisiones de CO₂ del transporte por carretera parecen estar fuertemente correlacionadas entre sí para todo tipo de combustibles, especialmente en el caso del gasoil. En 2013 el transporte por carretera fue responsable del 24,3% del total de emisiones GEI en España. La dieselización del parque nacional de vehículos producida en los años anteriores a la crisis, hace que el consumo de gasoil sea muy superior al de gasolina (85,7% y 14,2% respectivamente), por lo que las emisiones asociadas al gasóleo son prácticamente el 80% de las totales para el sector transporte por carretera.

Resulta moderada la correlación entre el producto interior bruto por habitante y el consumo de biodiesel, y también entre el parque de vehículos diésel y el precio de los carburantes, cuyo peso al tratarse del carburante mayoritario en el mercado es evidente. También existe correlación moderada entre el parque de vehículos diésel y la potencia eléctrica instalada en régimen especial, quizás ligado a la progresiva aunque lenta electrificación del transporte por carretera.

Cabe destacar la existencia de correlación positiva, aunque débil, entre variables como el PIB y la potencia eléctrica en régimen especial; el consumo diésel y de biodiesel; o la capacidad de producción de biodiesel y la potencia eléctrica en régimen especial.

Por otro lado, se detecta fuerte correlación negativa entre el parque de vehículos de gasolina y diésel, así como entre el consumo y el precio de los carburantes. Del mismo signo, aunque de carácter moderado, es la correlación entre el PIB por habitante y las emisiones CO₂ del transporte por carretera. Pero también, y de especial interés en esta tesis, entre el consumo de biodiésel y las emisiones CO₂, o entre la capacidad producción biodiésel y las emisiones CO₂.

Estos resultados confirman la presencia de correlación entre variables con niveles de significación pequeños (se rechaza la hipótesis nula H₀), por lo que procede realizar el análisis. Para contrastar la validez de estos resultados se han calculado la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Okin (KMO), y la prueba de esfericidad de Bartlett:

KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,527
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado gl	354,115 78
	Sig.	,000

Con la corrección efectuada, la prueba KMO es baja aunque aceptable, y la prueba de esfericidad de Bartlett es suficientemente elevada, con un nivel de significación inferior a 0,05, por lo que se pueden aceptar los anteriores resultados y procede realizar el análisis de componentes principales.

Análisis de Componentes Principales (ACP)

Al objeto de interpretar la distancia interautonómica detectada para las anteriores variables, en este apartado se realiza un Análisis de Componentes Principales (ACP), utilizando el programa estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), de aplicación habitual a las ciencias sociales. El ACP consiste en la obtención de los componentes o factores principales, no correlacionados entre sí, que son resultado de una combinación lineal de las variables iniciales, conservándose aquellos que recogen la mayor parte de la varianza, lo que permitirá reducir el número de variables y representar los datos según dos o tres dimensiones, para facilitar el análisis.

Inicialmente se obtienen tantos componentes como variables analizadas; sin embargo se comprueba que no todos son necesarios, considerándose únicamente los que explican la mayor parte de la varianza en porcentaje acumulado. En este caso son necesarios los tres primeros, que explican el 78,65% de la varianza total (Tabla 7).

TABLA 7
ACP: VARIANZA TOTAL EXPLICADA

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	4,383	33,712	33,712	4,383	33,712	33,712	3,942	30,326	30,326
2	4,194	32,258	65,970	4,194	32,258	65,970	3,732	28,709	59,035
3	1,648	12,680	78,649	1,648	12,680	78,649	2,550	19,614	78,649
4	,946	7,277	85,926						
5	,861	6,626	92,552						
6	,410	3,153	95,705						
7	,361	2,780	98,484						
8	,091	,704	99,188						
9	,070	,537	99,725						
10	,034	,265	99,990						
11	,001	,006	99,996						
12	,001	,004	100,000						
13	,000	,000	100,000						

Fuente: elaboración propia

Los valores de las variables para cada componente se recogen en una matriz de componentes rotados (Tabla 8), que reduce el número de variables con cargas altas y mejora la interpretación de los datos. Para que el resultado sea más robusto se han eliminado los coeficientes con valores inferiores a 0,5.

TABLA 8

MATRIZ DE COMPONENTES ROTADOS

COEFICIENTES PARA CÁLCULO DE COMPONENTES PRINCIPALES				COEFICIENTES ELIMINANDO CARGAS BAJAS (< 0,5)			
	Componente				Componente		
	1	2	3		1	2	3
PIB per capita	-,758	,048	-,066	PIB per capita	-,758		
Parque vehículos gasolina (nº/100 hab)	,118	-,345	-,728	Parque vehículos gasolina (nº/100 hab)			-,728
Parque vehículos diesel (nº/100 hab)	,121	,453	,814	Parque vehículos diesel (nº/100 hab)			,814
Consumo Gasolina (ton/vehículo)	,019	-,900	,005	Consumo Gasolina (ton/vehículo)		-,900	
Consumo Diesel (ton/vehículo)	-,286	-,891	-,072	Consumo Diesel (ton/vehículo)		-,891	
Consumo Biodiesel (% sobre consumo diesel)	-,763	,069	-,180	Consumo Biodiesel (% sobre consumo diesel)	-,763		
Capacidad producción biodiesel (ton)	-,314	-,198	,711	Capacidad producción biodiesel (ton)			,711
Precio gasolina 95 s/p (PVP) (cts €)	-,035	,919	,261	Precio gasolina 95 s/p (PVP) (cts €)		,919	
Precio gasóleo A (PVP) (cts €)	-,008	,923	,225	Precio gasóleo A (PVP) (cts €)		,923	
Emissiones medias CO2 por transporte (g/km) Total	,925	,121	-,269	Emissiones medias CO2 por transporte (g/km) Total	,925		
Emissiones medias CO2 por transporte (g/km) gasolina	,929	,147	-,248	Emissiones medias CO2 por transporte (g/km) gasolina	,929		
Emissiones medias CO2 transporte (g/km) diesel	,924	,113	-,268	Emissiones medias CO2 transporte (g/km) diesel	,924		
Potencia eléctrica instalada régimen especial (% sobre total)	-,031	,111	,696	Potencia eléctrica instalada régimen especial (% sobre total)			,696

Fuente: elaboración propia

De esta forma, las 13 variables quedan integradas en 3 componentes o factores no correlacionados entre sí, que permitirán simplificar el tratamiento estadístico e identificar grupos naturales entre las observaciones.

Estos factores, que en este caso explican el 78,65% de la varianza acumulada, son los siguientes:

- FACTOR 1: INDICE EMISIONES GEI Y BIODIÉSEL (IB)

Variables incluidas: PIBpc, consumo biodiesel, emisiones de CO₂ totales, gasolina y gasoil

Este factor refleja la relación inversa entre las emisiones de CO₂ por transporte de carretera, el PIB y el consumo de biodiesel:

$$\text{IGEIB} = 0,925 * \text{EMISCO2TRANSPK} + 0,929 * \text{EMISCO2TRANSGASPK} + 0,924 * \text{EMISCO2TRANSDIEP} - 0,758 * \text{PIBpc} - 0,763 * \text{ConBD}$$

- FACTOR 2: INDICE CARBURANTES CONVENCIONALES (ICC)

Variables incluidas: consumo de gasolina y diésel, precio de gasolina y diésel

Este factor refleja la relación inversa entre los consumos de carburantes convencionales y su precio:

$$ICC = 0,919 * PREGAS + 0,923 * PREDIS - 0,9 * CONGAS - 0,891 * CONDIE$$

- FACTOR 3: INDICE ENERGÍA RENOVABLE Y TRANSPORTE (IER)

Variables incluidas: parque vehículos gasolina y diésel, capacidad para producir biodiesel y potencia eléctrica instalada con renovables.

Este factor manifiesta una relación directa entre la capacidad para producir biodiesel y el parque de vehículos diésel; sin embargo, resulta inversa entre el parque de vehículos y la potencia eléctrica instalada con renovables.

$$IER = 0,814 * PARDIS + 0,711 * CAPPRODB + 0,696 * POTENELINSRE - 0,728 * PARGAS$$

Para una mejor interpretación hay que tener en cuenta, por un lado, que el parque de vehículos de híbridos era en 2013 muy escaso, y por otro que la generación limpia de electricidad para este uso no siempre está garantizada, aspectos que pueden distorsionar la relación entre dichas variables.

Análisis de conglomerados o clúster

Se trata de una técnica multivariante cuyo objetivo es la agrupación de elementos, basándose en algoritmos jerárquicos acumulativos (Terrádez Gurrea, 2012). La aplicación de los factores o índices obtenidos a los valores de las correspondientes variables, permite agrupar a las Comunidades Autónomas en conglomerados o *clúster* en función de las similitudes métricas factoriales, que deben ser elevadas intragrupo y débiles intergrupo. Todo ello con la idea de comprobar si la CAM se discrimina o no del resto de regiones en base a los parámetros elegidos para este análisis.

Así pues se realiza de nuevo un análisis factorial, esta vez aplicando los índices anteriores a los valores autonómicos de las variables utilizadas, obteniéndose la relación interautonómica en función de las respectivas cargas factoriales. Mediante la aplicación de un Análisis de la Varianza (ANOVA) no paramétrico con prueba de Friedman, se ha comprobado que no hay correlación entre los factores utilizados para el análisis de *clúster*. Y dado que el valor del nivel de significación intergrupo (0,000) es menor que 0,05, se rechaza la hipótesis H_0 de homogeneidad de varianzas. Por tanto, la separación interfactores es significativa, y procede realizar el análisis (Tabla 9).

TABLA 9

MATRIZ DE CORRELACIÓN INTERFACTORIAL

			Factor 1	Factor 2	Factor 3
Tau_b de Kendall	Factor 1	Coeficiente de correlación	1,000	,221	-,029
		Sig. (bilateral)	.	,217	,869
		N	17	17	17
	Factor 2	Coeficiente de correlación	,221	1,000	-,132
		Sig. (bilateral)	,217	.	,458
		N	17	17	17
	Factor 3	Coeficiente de correlación	-,029	-,132	1,000
		Sig. (bilateral)	,869	,458	.
		N	17	17	17
Rho de Spearman	Factor 1	Coeficiente de correlación	1,000	,370	-,054
		Sig. (bilateral)	.	,144	,837
		N	17	17	17
	Factor 2	Coeficiente de correlación	,370	1,000	-,164
		Sig. (bilateral)	,144	.	,529
		N	17	17	17
	Factor 3	Coeficiente de correlación	-,054	-,164	1,000
		Sig. (bilateral)	,837	,529	.
		N	17	17	17

ANOVA con prueba de Friedman (en Excel)

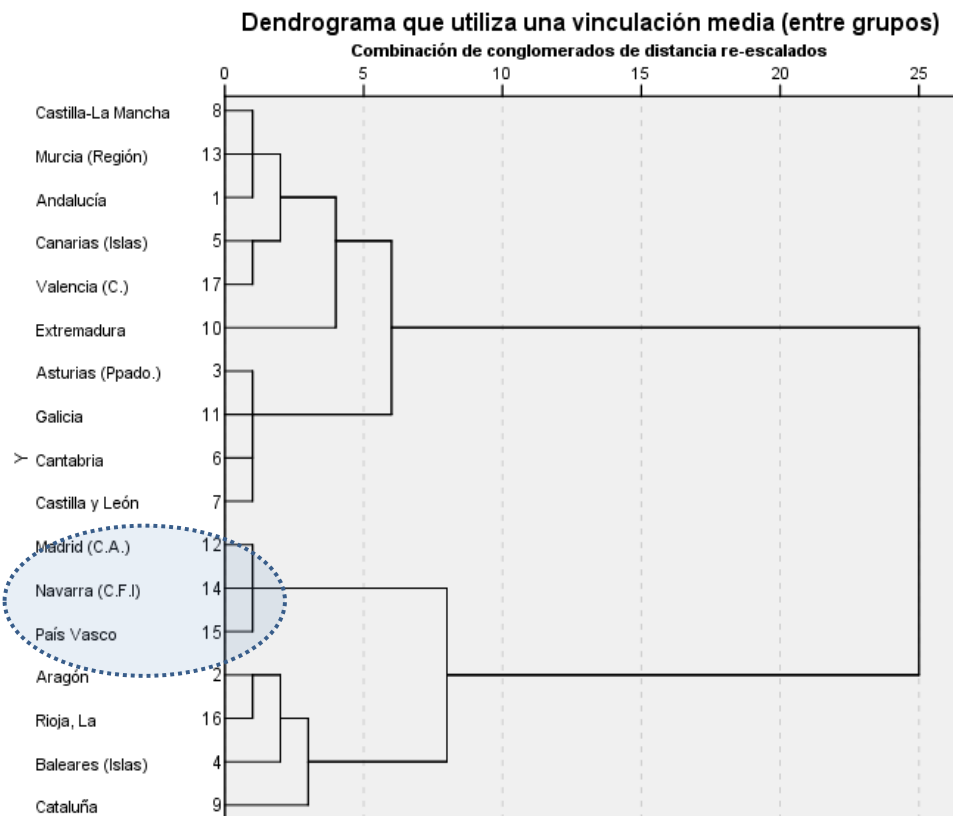
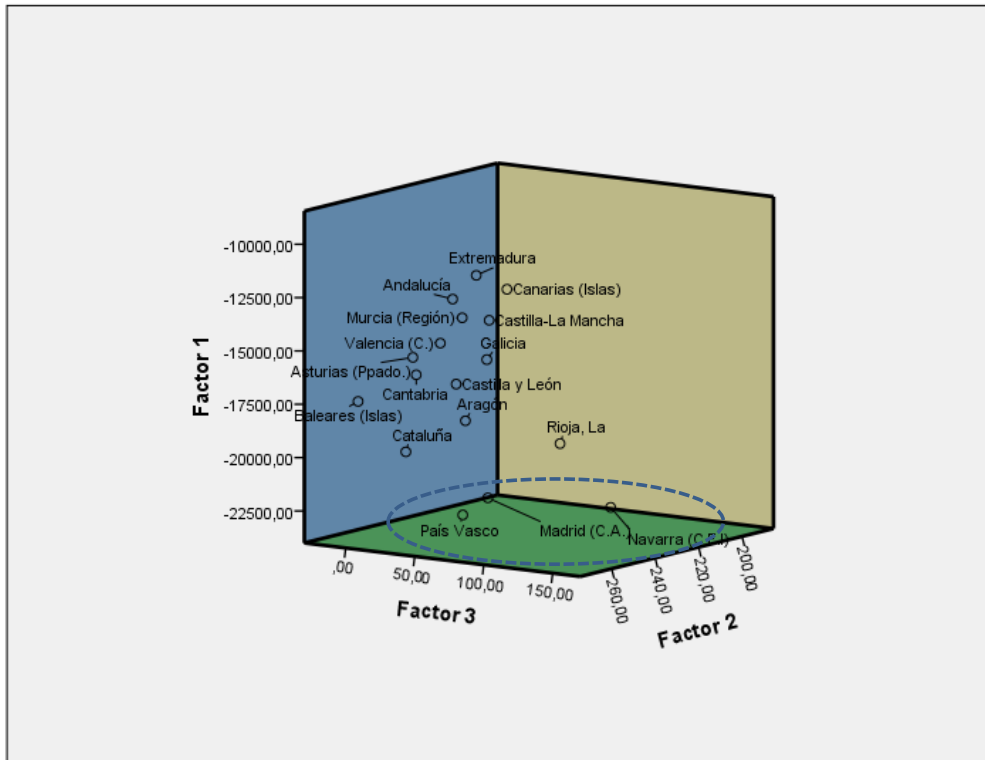
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	Chi-cuadrado de Friedman	Sig.
Inter-grupo	Inter-elementos	3.153.755.846,13	2	1.576.877.923,07	34	0,000
Intra-grupo		194.519.639,98	48	4.052.492,50		
Total		3.348.275.486,11	50			

Fuente: elaboración propia

Tanto el Gráfico de Dispersión, donde cada uno de los factores (1, 2 y 3) viene representado por un eje, como el Dendograma, ponen de manifiesto que, pese a su comportamiento peculiar para este sector, la C.A. de Madrid no se discrimina sino que se agrupa con otras regiones para los factores considerados: Navarra y País Vasco (Gráfico 12). El gráfico tridimensional establece la relación interautonómica en el plano que conforman los factores 2 y 3 (índice de carburantes convencionales e índice de energía renovable), mientras el resto de las regiones aparece en el plano que conforman el factor 1 (índice de biocarburantes) y el factor 2. La primera conclusión apriorística es, pues, que estas tres regiones no basan su relación en el consumo de biocarburantes.

GRÁFICO 12

GRÁFICO TRIDIMENSIONAL DE DISPERSIÓN Y DENDOGRAMA
(variables factorizadas)



Fuente: elaboración propia

V.2.2. Resultados: el interés de la Comunidad de Madrid

La CAM, cuyo producto interior bruto per cápita es superior a la media nacional, y que registra un elevado consumo de carburantes como corresponde a la segunda Comunidad en España con mayor parque de vehículos diésel y la tercera en vehículos gasolina en 2013, es también la quinta autonomía con el mayor consumo de biodiesel registrado ese año, si bien su capacidad para generar biocarburantes es despreciable frente al resto de Comunidades Autónomas (ver apartado V.2.1).

Pese a estas peculiaridades, en base a los parámetros seleccionados se agrupa con otras regiones como refleja el tratamiento realizado mediante el análisis de *clúster*. Estas son Navarra y País Vasco.

En el análisis gráfico correspondiente a las variables seleccionadas en el apartado anterior, relativizadas para las tres regiones que componen el *clúster*, no todos los parámetros resultan igualmente significativos en términos de aproximación de estas regiones (ver Anexo 5, Gráfico 53). Así, mientras algunos como el PIBpc, el precio de los carburantes, o el parque de vehículos diésel y gasolina apenas reflejan diferencias interregionales en el *clúster*, para otros, como el consumo de gasolina y diésel por vehículo o los indicadores relativos a biodiésel, la disparidad es evidente.

Este conglomerado lo conforman las regiones españolas que en 2013 alcanzaban los mayores valores de PIBpc, ocupando la CAM junto a Navarra una segunda posición detrás del País Vasco; respecto a la potencia eléctrica instalada en régimen especial medida en términos relativos en relación a la total generada en el ámbito regional, destaca la Comunidad de Madrid, si bien hay que tener en cuenta que la potencia eléctrica instalada en términos absolutos es la menor en este caso, donde apenas alcanza los 500 MW, frente a la registrada en el caso de Navarra (2.836 MW) o el País Vasco (2.916 MW). Pero además, el balance energético total para 2013 es muy desfavorable para la Comunidad de Madrid en relación a las otras dos regiones⁶⁹.

El parque de vehículos gasolina de la CAM es el mayor del *clúster*, y el segundo detrás de Navarra para vehículos diésel, mientras el consumo de carburantes por vehículo es el menor en ambos casos. Y respecto al biodiesel, tanto la capacidad de producción como el consumo, ambos en términos relativos respecto al consumo autonómico de diésel, registrados para la Comunidad de Madrid son con diferencia los menores del grupo.

⁶⁹ Aunque la variable Balance energía eléctrica (GWh) se eliminó del análisis, se ha añadido en este caso a la comparativa *intercluster* únicamente a efectos de mejorar la comprensión de los resultados obtenidos.

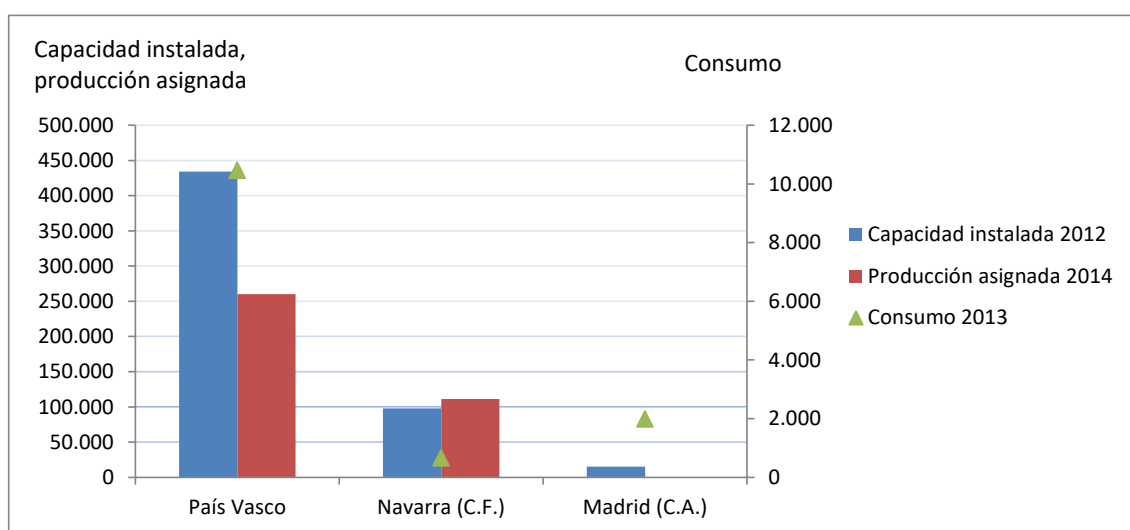
Para realizar un contraste que dé idea de las emisiones GEI, y dado que no se dispone de datos en gramos emitidos por kilómetro recorrido para Navarra y País Vasco, se ha realizado una estimación de emisiones por vehículo para 2013, resultando un mejor comportamiento en el *clúster* para la CAM, en coherencia con el menor consumo de carburante por vehículo en esta región. Así, en el ámbito del *clúster* obtenido, si bien el consumo de carburantes es elevado para la Comunidad de Madrid como corresponde a su gran parque de vehículos, queda de manifiesto la eficiencia de este parque al registrar un consumo por vehículo bajo, especialmente en el caso del diésel.

En todo caso, la generación de energía es despreciable en relación al consumo, cuestión que podría mejorarse en coherencia con la apuesta de la CAM por las renovables. Respecto al biodiésel, la Comunidad de Madrid ostenta la segunda posición del grupo en consumo en términos absolutos, en contraste con una capacidad productiva prácticamente insignificante, factor susceptible de potenciarse, como ya lo está en las otras Comunidades que conforman este *clúster*.

GRÁFICO 13

CAPACIDAD INSTALADA, PRODUCCIÓN ASIGNADA Y CONSUMO DE BIODIÉSEL EN LAS REGIONES DEL CLUSTER

(en Tm)



Fuentes: datos extraídos de Estadística de productos petrolíferos (CNMC), IDEA (2010b), y Resolución 24/01/2014.

De hecho, durante los años 2014 y 2015 la asignación para producir biodiésel (en aplicación de la Resolución de 24 de enero de 2014), incluía producciones para las regiones que integran el *clúster*, a excepción de la Comunidad de Madrid (Gráfico 13), alcanzando cuotas en torno al 5,4% y 2,3% respectivamente para el País Vasco y Navarra sobre el total de asignación nacional.

Los indicadores de biodiésel reflejan una distancia considerable entre las regiones del *clúster*. Así, mientras el País Vasco alcanza la mayor asignación correspondiente a 2014, en coherencia con la mayor capacidad instalada y consumo registrados en 2013, en el caso de Navarra la producción asignada está en relación con la capacidad instalada, frente a un menor consumo. Como se ha señalado, la Comunidad de Madrid es la única región del grupo que carece de producción asignada, resultado que puede estar relacionado con el hecho de que, a diferencia de la CAM, estas dos regiones han acogido medidas de impulso al sector biocarburantes, entre las que destacan la puesta en marcha de proyectos de biorrefinerías. Se indican algunos ejemplos:

- NAVARRA:
 - III Plan Energético de Navarra. Horizonte 2020: incluye los biocarburantes entre las alternativas renovables para reemplazar a los combustibles petrolíferos. Su impulso queda patente mediante la puesta en marcha de la Instalación Científico-Técnica Singular (ICTS), que se orientará a producir biocarburantes de segunda generación (a partir de materias y residuos lignocelulósicos).
 - El Gobierno de Navarra ha puesto en marcha un proyecto de biorrefinería para la producción de biocarburantes y otros productos de valor añadido a partir del aprovechamiento de residuos del sector agrícola y agroindustrial (mayo 2014 a diciembre 2015). El consorcio incluye 5 socios regionales: CENER (España) como coordinador del proyecto, CNTA, UPNa, AIN e INTIA.
- PAÍS VASCO:
 - Estrategia Energética de Euskadi 2020: contempla medidas orientadas al transporte y la movilidad eficiente, entre las que cuenta la promoción de vehículos alternativos, impulsados por biocarburantes, gas natural o hidrógeno, así como las instalaciones de suministro de los mismos.
 - Con sede en el centro tecnológico vasco Neiker-Tecnalia, seis centros tecnológicos de la Comunidad Foral, País Vasco y Francia, han propuesto en 2016 la implementación de una biorrefinería que genere biodiesel a partir de microalgas, involucrando a investigadores del CENER, así como de la AIN.

La conformación de este *clúster* pone de manifiesto la posibilidad de potenciar en la Comunidad de Madrid tanto la generación de energía renovable en general como la capacidad de producción de biodiésel en particular, siendo interesante en este objetivo recuperar el impulso a los biocarburantes en la política energética regional.

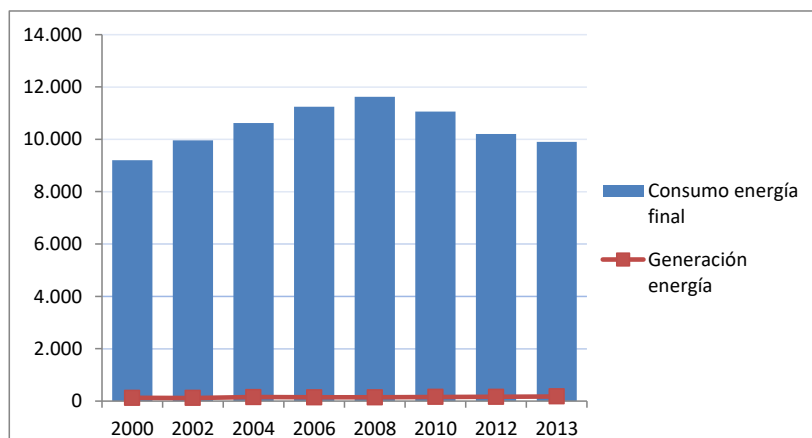
V.3. La Comunidad Autónoma de Madrid: energía aplicada al sector transporte

En este epígrafe se revisa la situación energética de la CAM en términos de consumo y producción, así como las emisiones GEI asociadas al transporte, analizando la regulación disponible al respecto. Todo ello al objeto de comprobar si existe potencial para impulsar la producción y consumo de biocarburantes en la región, y en qué medida.

Con una población superior a 6,3 millones de habitantes, un territorio que apenas representa el 1,6% del total nacional, y una actividad económica que aporta la sexta parte del PIB (registrando el segundo PIB per cápita más alto de España en 2013, detrás del País Vasco), refleja también una elevada demanda energética con tendencia ascendente a partir del año 2000, pasando de representar el 10,3% sobre el consumo final de energía total nacional ese año al 11,5% en 2013. Sin embargo, la capacidad de autoabastecimiento energético regional es muy escasa: mientras España produce aproximadamente el 29% de la energía total primaria que consume, en la Comunidad de Madrid esta tasa se reduce al 1,9%, viéndose obligada a importar prácticamente la totalidad de la energía necesaria para cubrir la demanda (Gráfico 14).

GRÁFICO 14

CONSUMO Y GENERACIÓN DE ENERGÍA EN LA CAM (Ktep)



Fuente: datos extraídos de Fenercom (2014), pp. 22 y 60.

El carácter estratégico de la Comunidad de Madrid junto a su desequilibrada situación en términos energéticos, considerando especialmente la elevada cuota autonómica de consumo anual de carburantes convencionales respecto al total nacional, son los aspectos que han llevado a elegir esta región para el análisis realizado en la tesis.

V.3.1. La normativa en el ámbito de la energía: reglas del juego en la Comunidad de Madrid

La doble condición de capital del Estado español y sede de los organismos autonómicos confiere a la Comunidad de Madrid un carácter exclusivo regulado por ley⁷⁰, que determina las relaciones institucionales, e incluye normas orientadas a conseguir un gobierno eficaz. Así, el Estatuto de Autonomía de Madrid, aprobado por Ley Orgánica 3/1983, de 25 de febrero, otorga a la Comunidad de Madrid competencias exclusivas sobre las instalaciones de producción, distribución y transporte de energía, cuando el transporte no salga de su territorio y su aprovechamiento no afecte a otra Comunidad Autónoma (artículo 26.1.11).

La política energética de la Comunidad de Madrid se orienta a facilitar el acceso a consumidores y usuarios a los recursos energéticos a un precio adecuado, cumpliendo los objetivos de conseguir un suministro seguro en cantidad y calidad a corto, medio y largo plazo, económicamente eficiente, integrado en estrategias de protección ambiental y desarrollo sostenible, y que suponga un impacto positivo en la economía e industria regionales, mediante la combinación de las diversas tecnologías y combustibles alternativos disponibles (Fenercom, 2014a).

Más allá de la regulación que afecta a la eficiencia energética en viviendas⁷¹, la normativa de la CAM relativa al sector consiste en un Plan energético y un Plan de impulso a las renovables aún no actualizados, una Estrategia de Calidad del Aire 2013-2020 y una Estrategia de Movilidad Sostenible, junto a la regulación correspondiente al servicio autonómico de suministro de gasolinas y gasóleos.

A continuación se analiza en las medidas mencionadas la incorporación de aspectos relativos a la promoción de los biocarburantes:

- **Plan Energético de la Comunidad Autónoma de Madrid (2004-2012):** prevé la realización de estudios de viabilidad para la instalación de plantas de producción de biodiesel y bioetanol a partir de cultivos oleaginosos y alcoholígenos que puedan producirse en la CAM; y como segunda aplicación, la realización de anteproyectos de tres centrales potenciales de agroelectricidad, con potencia entre 40 y 45 MW, a partir de cultivos energéticos, que operarían en el ámbito regional. La incipiente producción de biocarburantes (bioetanol y biodiesel) en la CAM, contaba en el momento de la publicación del Plan con una planta de biodiesel en Alcalá de

⁷⁰ Ley 22/2006, de 4 de julio, de capitalidad y de régimen especial de Madrid.

⁷¹ Decreto 10/2014, de 6 de Febrero, de la Consejería de Economía y Hacienda, por el que se aprueba el procedimiento para llevar a cabo las inspecciones de eficiencia energética de determinadas instalaciones térmicas de edificios.

Henares (con capacidad de producción prevista de 5.000 t/año), que contemplaba la utilización de aceites usados como materia prima, aunque también admitía aceites vegetales obtenidos a partir de producción agrícola (cardo o girasol) para complementar las necesidades de materia prima. Esta planta, inicialmente de carácter experimental (IDAE), ha sido gestionada por diversas empresas, paralizando su producción en dos ocasiones (2006 y 2011), sin que en la actualidad se haya planteado su reapertura.

El Plan considera el cardo como cultivo más adecuado para la fabricación de biodiesel en la región, estimando una producción de 300 ton. de aceite por cada 1.000 ha de cultivo (que producirían unas 240t de biodiesel), además de unas 13.800 Ton. (4,42 ktep) de biomasa para fines térmicos que podría ser peletizada (y 960 Ton. de torta proteica para alimentación animal). Así, en función de la disponibilidad de cultivos, se podrían fabricar 4 ktep/año de biodiesel, e incrementar proporcionalmente la biomasa térmica. Respecto a la producción de bioetanol a partir de cultivos alcoholígenos de la CAM, se han evaluado en algo más de 100.000 m³ anuales (56 ktep), siendo la Comarca de las Vegas la más adecuada para la instalación de una planta. El Plan prevé la realización de ensayos de nuevos cultivos alcoholígenos y el desarrollo de estudios de logística y acopio de materia prima, así como los relativos a la viabilidad de la planta y de la explotación agroindustrial. Además propone impulsar la utilización de biocarburantes en el transporte, mediante su uso en flotas de suministro centralizado o similar, que permitan adquirir la experiencia tecnológica para el despegue de estos carburantes alternativos. De hecho, pretendía intensificar su aplicación en autobuses urbanos y de cercanías, vehículos del Aeropuerto de Barajas, vehículos de limpieza y recogida de RM y, en menor medida, en el servicio del taxi, afectando a unos 250 ktep, mientras el consumo registrado en la CAM en 2012 alcanzó un máximo de 29 ktep, para descender bruscamente en 2013 hasta los 1,83 ktep (Fenercom, 2014b).

Se pretendía duplicar la aportación de las renovables en el consumo final de energía en el periodo, si bien el incremento de generación ha sido del 34%, por lo que no se ha alcanzado el objetivo. Como justificación a este resultado se alude a circunstancias como la reducida capacidad para instalaciones eólicas, que obedece al régimen de protección ambiental de gran parte de la superficie regional, la no aceptación de huertos solares fotovoltaicos por motivos estratégicos, o la crisis del sector inmobiliario que ha dificultado el desarrollo de la energía solar térmica, a las que se añaden los cambios normativos de las tecnologías acogidas al régimen especial. Sin embargo el objetivo de reducción de la intensidad energética, fijado en

el 10% sobre el consumo, se ha superado al alcanzarse un 15% respecto a 2002 (Fenercom, 2014b).

Está pendiente la publicación del Plan Energético CAM 2015-2020.

- **Plan de impulso a las Energías Renovables en la CAM (2011-2012):** programa de subvenciones a instalaciones de aprovechamiento de energía solar térmica de baja temperatura, solar fotovoltaica aislada o mixta fotovoltaica-eólica, sistemas de producción de energía térmica para uso doméstico, industrial o en servicios utilizando biomasa como combustible, energía geotérmica de baja temperatura, o instalaciones mixtas, cuyas inversiones habrían sido realizadas entre el 1 de enero de 2011 y el 1 de octubre de 2012.

Por el momento no hay un nuevo Plan.

- **Plan Azul+ o Estrategia de Calidad del aire y Cambio climático de la Comunidad de Madrid (2013-2020):** cumplido el objetivo de reducir en 2012 un 15% las emisiones anuales de CO₂ equ. establecido en el Plan anterior, evitando así la emisión a la atmósfera de 4,5 millones de toneladas de CO₂ equ, el Plan Azul+ determina nuevos objetivos de reducción del 15% tanto para el sector residencial como para el transporte.

El transporte por carretera es responsable de casi el 90% de las emisiones contaminantes del sector. Por ello este Plan plantea actuaciones de transporte sostenible que permitan reducir la congestión del tráfico en la Comunidad de Madrid, modificar los hábitos de movilidad de los ciudadanos, favorecer el desarrollo de medios alternativos y fomentar e invertir en el transporte público. Todo ello orientado a reducir las tasas de emisión de contaminantes de los vehículos, favoreciendo el consumo de combustibles más limpios, mejorando las características técnicas de los vehículos, promocionando tecnologías alternativas técnica y económicamente viables, y desarrollando proyectos de investigación que permitan avanzar a medio y largo plazo hacia tecnologías de futuro más limpias.

Frente a la anterior Estrategia, la nueva no contempla entre sus medidas el impulso a los biocarburantes. Por el contrario, se propone la sustitución de este carburante en el transporte urbano: “Línea de actuación 5: Conversión de autobuses de la EMT a vehículos más limpios, mediante la sustitución de autobuses (Euro 2 y Euro 3 biodiesel) por autobuses propulsados por gas, híbridos o eléctricos y mediante la instalación de filtros de partículas con catalizador por inyección de urea en autobuses Euro 3 biodiesel, para la reducción de emisiones de partículas y NO_x”.

- **Plan Estratégico de Movilidad Sostenible de la Comunidad de Madrid (2013-2025):** incluye medidas de accesibilidad universal, de gestión de movilidad, de potenciación del transporte público, y de gestión relativas al transporte de mercancías, y al vehículo privado, para mejorar la movilidad en la CAM (a finales de 2016 el documento no estaba disponible).
- **Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid (2006-2016)**⁷²: según lo dispuesto en esta norma el modelo vigente de gestión de residuos municipales no es viable ni sostenible; de hecho, desde 2014 habría sido necesaria la habilitación de instalaciones adicionales a las existentes (ampliación de los vertederos de Pinto y Colmenar Viejo). Los escenarios de gestión propuestos presentan en todos los casos una cuota para la eliminación en vertedero (más reducida que la actual), menor en el escenario correspondiente a la maximización del plasma (13%), seguido del correspondiente a la maximización de la incineración (23%). Ambas alternativas, sin embargo, presentan inconvenientes ligados al riesgo tecnológico en el primer caso, y a los elevados impactos ambientales o a su coste en el segundo⁷³. Esta Estrategia incluye un Plan Regional de Residuos Urbanos (2006-2016).

Se observa que las medidas relativas a biocarburantes incluidas en estos planes y estrategias son escasas o inexistentes.

- **Decreto 147/1998, de 27 de agosto**, del Consejo de Gobierno, de protección de los derechos de los consumidores y usuarios en el servicio de suministro de gasolinas y gasóleos de automoción en instalaciones de venta al público (revisada el 30 de abril de 2002): la regulación autonómica relativa a los carburantes no hace mención a carburantes alternativos.
- **Ley 7/2012, de 26 de diciembre, de Presupuestos generales de la Comunidad de Madrid para 2013:** no se encuentra ninguna partida destinada al fomento de energías renovables, alcanzando la función correspondiente a “infraestructuras básicas y transporte” un 11,4% sobre el total, mientras a la “innovación e investigación” le corresponde un 0,4%, y a “información básica y estadística” un escaso 0,2%.

⁷² Acuerdo de 18 de octubre de 2007, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid. La nueva Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid (2017-2024), en tramitación, pretende desarrollar las medidas oportunas para hacer frente al creciente desafío que supone aprovechar los recursos contenidos en los residuos y limitar su impacto en el medio ambiente y en el clima, adaptando la gestión de los residuos a las nuevas exigencias de las Directivas europeas.

⁷³ En septiembre de 2016 se publicó el Documento preliminar para la definición de la Estrategia de gestión sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid (2017-2024).

Respecto a las medidas locales, dirigidas al Ayuntamiento de Madrid, destacan:

- **Plan de Movilidad Urbana Sostenible de la ciudad de Madrid** (diciembre 2014): se propone optimizar la movilidad urbana de la ciudad de Madrid, mejorando el transporte público, impulsando la movilidad peatonal y ciclista, y regulando la demanda de vehículo privado para disuadir su uso.
- **Plan de Uso Sostenible de la Energía y prevención del Cambio Climático en la ciudad de Madrid. Horizonte 2020** (mayo 2014): entre sus objetivos plantea reducir en más del 35% las emisiones GEI, reducir el 20% la intensidad energética, generar el 10% de la energía consumida en el municipio, o reducir en un 20% la importación de productos petrolíferos.
- **Ordenanza de Limpieza de Espacios Públicos y Gestión de Residuos** (2009): modificada en 2011 para adaptar las previsiones contenidas en la normativa estatal y autonómica)⁷⁴. La nueva Estrategia de Residuos del Ayuntamiento de Madrid tiene prevista su puesta en marcha en 2018.

Tampoco entre estas medidas se identifica ninguna relativa al uso de biocarburantes en la ciudad de Madrid.

En resumen, no se cumplen los objetivos establecidos de generación de renovables, debido, según fuentes oficiales, a razones estratégicas, relacionadas con la protección ambiental, o la crisis del sector inmobiliario que ha impedido el desarrollo de la energía solar térmica. De hecho, las medidas establecidas en este ámbito están muy orientadas a favorecer el aumento de la electricidad aplicada al transporte de personas, o del gas natural en el caso del transporte de mercancías, promocionando otras alternativas como el uso de la bicicleta, la moto o el desplazamiento a pie; e impulsando el uso del vehículo compartido (*carpooling*) y del vehículo multiusuario (*carsharing*). El Plan Azul+ incluye la promoción de tecnologías y carburantes menos contaminantes, pero sin mencionar los biocarburantes. Y en los Presupuestos autonómicos no parece existir una partida específica asignada a la generación de energías renovables. Por otra parte, y en relación al sector energías renovables, se percibe cierta descoordinación entre las medidas municipales y las autonómicas, tanto por la naturaleza de sus objetivos, muy orientados en la regulación autonómica hacia determinadas tecnologías, como por la desactualización de la normativa en este último caso frente a las medidas de horizonte 2020 adoptadas por el Ayuntamiento.

⁷⁴ Según Carta Servicios Recogida y Tratamiento de Residuos (20 de junio de 2016). Recuperada de: http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Calidad/CartasServicios/SistemaCartasServicio/36%20CS_Residuos/ficheros/CS_RecogidaResiduos_20.06.16.pdf.

V.3.2. Coyuntura energética de la Comunidad Autónoma de Madrid

V.3.2.1. Consumo de energía en la CAM

Entre 2000 y 2008 el consumo de energía experimentó un aumento sostenido en la Comunidad de Madrid, para iniciar un claro descenso a partir de ese año, quizás en parte como resultado de la política regional de ahorro y eficiencia energética, pero también fruto de la crisis económica que atraviesa España. Pese a la caída registrada a desde 2008, el consumo final de energía en la CAM representó en 2013 un 11,5% del total nacional, habiendo aumentado el 7% neto entre 2000 y 2013. Según sectores, el transporte registró el mayor consumo energético (49,6%), alimentado prácticamente en su totalidad por productos derivados del petróleo (96,6%), siendo testimonial la presencia de la electricidad y el gas natural (1,7% respectivamente), mientras los biocarburantes apenas fueron representativos. Algo inferiores fueron los consumos energéticos correspondientes a los sectores doméstico (23,8%), industria (10,2%) y servicios (14,7%) (ver Anexo 5, Gráfico 54 y Gráfico 55).⁵

La Comunidad de Madrid es, pues, la tercera región mayor consumidora de carburantes para el transporte en el territorio nacional (detrás de Cataluña y Andalucía), con casi el 13% del gasóleo A y el 15% de la gasolina 95 sobre los correspondientes consumos nacionales, asumiendo una incómoda posición en términos de autosuficiencia, dado que España importa prácticamente todos los productos petrolíferos que consume. Por otro lado, el sector transporte ha experimentado un aumento de la dieselización entre 2000 y 2013, siendo la distribución del consumo del 54% para gasóleos, 31,7% querosenos, 11,5% gasolinas y 2,5% gases licuados del petróleo (GLP) en 2013. En ese periodo el parque de vehículos aumentó un 18,7%, alcanzando el último año los 4,2 millones, de los que el 83% se propulsaban a gasóleo. Respecto a la infraestructura de distribución y almacenamiento, la CAM dispone de un oleoducto principal Rota-Zaragoza (que abastece de gasolinas, querosenos y gasóleos), y de múltiples ramificaciones para atender la demanda. Esta red, gestionada por la Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH), conecta todas las instalaciones de almacenamiento, enlazando con la red nacional de oleoductos. La Comunidad de Madrid, además, cuenta con un ratio de casi una estación de servicio por cada 10.000 habitantes, superior al doble de la media española (Fenercom 2015).

Al consumo de productos petrolíferos (54% sobre el consumo energético total) le siguen el gas natural y la electricidad, representando ambos el 22% del consumo. De hecho la CAM es una de las regiones españolas de mayor consumo eléctrico, con una demanda de 30.169 GWh, el 11,5% del total nacional, ocupando la tercera posición por detrás de Cataluña (18%) y Andalucía (14,3%). El fuerte peso del sector servicios en la economía

madrileña justifica su mayor demanda de electricidad (44,9%), seguido del sector doméstico (33%) y el industrial (13,9%). La red de alta tensión, gestionada por Red Eléctrica Española (REE), y estructurada en diversos ejes, estaciones, subestaciones y líneas de conexión con las centrales, garantiza el suministro de la energía consumida en el ámbito autonómico, sin que se detecten problemas de evacuación de la aún escasa energía generada (Fenercom, 2015).

V.3.2.2. Generación de energía en la CAM

La CAM ha experimentado un aumento del 29,3% en términos de generación de energía entre los años 2000 y 2013, pese a lo cual en 2013 ésta representaba un escaso 2% sobre el consumo final (un 4,3% si se incluye la cogeneración) (Fenercom, 2014b).

Según fuentes, los productos petrolíferos y el gas natural son importados en su totalidad, mientras un 8,4% de la electricidad se genera en el ámbito regional (el 43,7% en centrales de cogeneración), lo que sitúa a esta región en última posición en términos de potencia eléctrica instalada, solo por delante de las ciudades autónomas. Según fuentes, del total de energía renovable generada en 2013 en la CAM, la biomasa alcanzó el 56%, la derivada de residuos sólidos urbanos y su tratamiento un 21,2%, la solar térmica e hidráulica el 9% respectivamente, la solar fotovoltaica el 4,7%, y no hay registros de producción de biocarburantes ese año (ver Anexo 5, Gráfico 56).

TABLA 10

GENERACIÓN DE ENERGÍA EN LA C.A. DE MADRID 2013 Y OBJETIVOS DEL PLAN ENERGÉTICO REGIONAL EN 2012

Fuente	Objetivos 2012 (ktep)	Generación 2013 (ktep)
Biocarburantes	60	0
Biomasa (eléctrica+térmica)	130	97,8
Eólica	35	-
Hidráulica	24	15,7
Residuos (RSU+Biogas)	128	37,1
Solar Fotovoltaica	2,6	8,2
Solar térmica (baja temperatura+eléctrica)	26,4	15,7
Total	406	174,5

Fuente: Fenercom (2013a y 2014b).

Así, pese al aumento de generación de energía registrado entre 2004 y 2013 (16,6%), la CAM no ha alcanzado los objetivos de generación de renovables establecidos por la Estrategia Energética para 2012, exceptuando la hidráulica y la solar térmica (Tabla 10). Todo ello confirma la escasa capacidad de autoabastecimiento energético en la región, algo mayor para la energía eléctrica, pero en todo caso inferior a la capacidad media de

autoabastecimiento nacional, situada ese año en el 29% para el total del consumo energético, y en un 42,2% para la energía eléctrica (Red Eléctrica de España (REE 2014) (ver Anexo 5, Gráfico 57).

La mala posición energética de la Comunidad de Madrid y el elevado consumo de carburantes para el transporte (10% sobre el total nacional según CNMC 2016, y más del 12% según Fenercom 2015), han resultado claves para analizar su potencial respecto a la generación de carburantes.

V.3.2.3. Emisiones GEI en la Comunidad Autónoma de Madrid

En línea con el aumento del parque de vehículos de la CAM y el elevado consumo energético en el transporte, las emisiones de gases con efecto invernadero experimentaron en la región un incremento neto de casi el 37% entre 1990 y 2013, pese a la reducción registrada entre 2006 y 2013, aumentando también su contribución sobre el total nacional de emisiones desde el 5,4% hasta un 7% el último año (ver Anexo 5, Gráfico 58).

Por debajo del sector transporte, el denominado Otros sectores de procesado de energía alcanzó un 29%, y junto al de Procesos industriales, con el 6,9%, experimentó también un incremento respecto a 1990. Este último estaría representando al sector de fabricación de vehículos, cuya repercusión en el total de emisiones era inferior a la de Industrias manufactureras (10,2%) y a la correspondiente al Tratamiento de residuos (8,8%).

Pese a todo el sector Industrias manufactureras y construcción reducía su cuota de emisiones durante el periodo en casi 8 puntos porcentuales, mientras el sector transporte lo aumentaba en más de 8, siendo responsable en 2013 del 44,4% de las emisiones GEI registradas en la CAM, frente al 36,2% de 1990 (ver Anexo 5, Gráfico 59).

V.3.3. Los biocarburantes en la Comunidad Autónoma de Madrid

V.3.3.1. Consumo y producción de biocarburantes

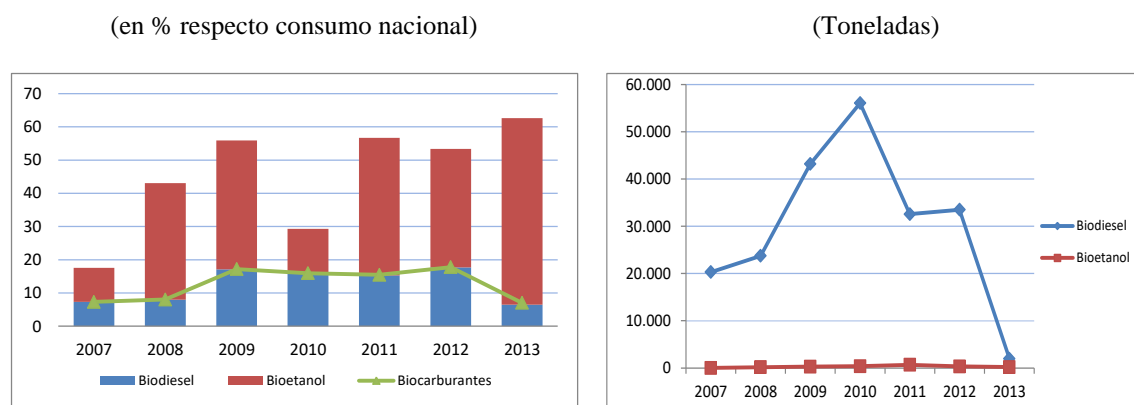
El consumo de biocarburantes en la CAM es relativamente significativo, especialmente en lo que se refiere al bioetanol. Entre 2007 y 2012 este consumo aumentó respecto al total nacional del 7,3 al 17,6% en el caso del biodiesel, y del 10,3 al 35,7% en el del bioetanol. Sin embargo se redujo bruscamente en 2013, alcanzando las 2.179 toneladas, equivalentes a 2 ktep (frente a las 33.843 de 2012, equivalentes a 29 ktep), del que el 90% correspondió a biodiesel.

Así en 2013 la proporción de consumo sobre el nacional cayó hasta el 6,4% para el biodiesel, y aumentó hasta el 56,2% para el bioetanol, representando el consumo total

de biocarburantes en la CAM ese año el 7% sobre el nacional, es decir, 10,7 puntos porcentuales menos que en 2012 (Gráfico 15).

GRÁFICO 15

CONSUMO DE BIOCARBURANTES EN LA CAM, 2007-2013



Nota: los porcentajes de consumos de biodiesel y bioetanol se refieren a los respectivos consumos nacionales. El consumo total de biocarburantes se refiere al consumo total nacional.

Fuente: datos extraídos de *Estadísticas de Petróleo*, CNMC.

El consumo habitual es, para el bioetanol en mezcla directa como aditivo a las gasolinas a través de ETBE, pudiéndose suministrar gasolinas hasta un 10% en volumen de mezcla; para el biodiesel la comercialización puede ser incorporado al gasóleo en proporción inferior al 7% en volumen (no hay obligación de informar, y por tanto el consumidor ignora su presencia), mezclado con el gasóleo en proporciones superiores al 7% en volumen (B12, B20 y B30) como mezclas con etiquetado específico, o como biodiesel puro (en empresas de transporte y flotas cautivas) (AAE, 2016). Las estaciones de servicio distribuidoras de mezclas etiquetadas de biocarburantes en la Comunidad de Madrid representan un 2% sobre el total nacional (243)⁷⁵.

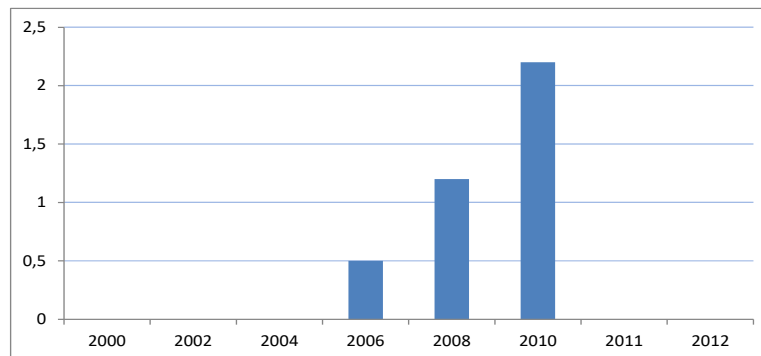
Respecto a la capacidad de producción de biocarburantes, la CAM ocupa la última posición en el territorio nacional, exceptuando a Canarias y Cantabria que en 2013 carecían de ella. Esta producción alcanzó en la Comunidad de Madrid un máximo en 2010 de 2,2 Ktep. (que representó ese año un 22% respecto al consumo), para desaparecer los registros de producción a partir de entonces (Gráfico 16).

⁷⁵ Recuperado de: <http://www.precio-gasolina.com/gasolineras/biodiesel>.

GRÁFICO 16

GENERACIÓN DE BIOCARBURANTES EN LA CAM, 2000-2013

(Ktep)



Fuente: datos extraídos de Fenercom (2014), p. 59.

El Plan Energético de la CAM 2004-2012 contemplaba el impulso de cultivos como cardo o girasol para producir aceites vegetales orientados a producir biodiesel, estimando para el cardo una producción de 300 toneladas de aceite por cada 1.000 ha de cultivo, lo que produciría 240 toneladas de biodiesel, y en función de la disponibilidad de cultivos estimaba la posibilidad de fabricar 4 Ktep/año. Se proponía también impulsar la producción de cultivos alcoholígenos para fabricar bioetanol, estimando el potencial de producción en la CAM en unos 100.000m³ (56 Ktep/año). La propuesta de planta se orienta a la Comarca de las Vegas. El Plan estimaba destinar unas ayudas para el fomento de los biocarburantes de unos 8 millones €, para producir unos 60 Ktep/año.

Evidentemente estos objetivos han quedado lejos de cumplirse en lo que respecta a producción de biocarburantes en la Comunidad de Madrid, puesto que los registros llegan a 2010 con un máximo de algo más de 2 Ktep de generación de biodiesel (frente a los 4 ktep. anuales propuestos por el Plan), y prácticamente sin registros para bioetanol (frente a un potencial estimado por el Plan de 56 Ktep/año).

V.3.3.2. Aplicaciones de los biocarburantes en la Comunidad Autónoma de Madrid

La diversificación modal del transporte y el impulso al uso del transporte colectivo para conseguir ahorro energético y reducción de emisiones en el sector se incluyen entre los objetivos del Plan energético CAM 2004-2012, cuyas líneas de actuación contemplan el fomento del uso de gas natural, la cogeneración y los biocarburantes.

Este epígrafe recoge brevemente el marco estratégico en los ámbitos público y privado del transporte en la CAM para este sector, que, especialmente en el primer caso, ha contado con claros estímulos entre los años 2006 y 2012.

a. Transporte público

El parque móvil de la Empresa Municipal de Transportes de la Comunidad de Madrid (EMT-CAM) ha evolucionado desde 2004, año en el que el 90% de los vehículos se propulsaban mediante diésel, hasta 2013 en el que disponía de una flota compuesta por 1.903 vehículos, de los que el 57% eran propulsados por biodiesel, el 41% por gas natural comprimido (GNC) y el 1% eran eléctricos (ver Anexo 5, Gráfico 60).

El Plan Estratégico de la EMT Madrid para 2008-2015 ha tratado de dar respuesta a los objetivos incluidos en el Plan de Calidad del Aire de la Ciudad de Madrid 2011-2015, orientados a reducir las emisiones y el consumo energético asociados al sector transporte, en base a una mejora en la eficiencia, y a una distribución de la flota de autobuses que desde 2006 ha venido priorizando el uso del biodiesel. Sin embargo, a partir de 2012 los vehículos propulsados por biodiesel han sido progresivamente sustituidos por otros de GNC e híbridos (gas natural y eléctricos), según la propia EMT para reducir las emisiones de partículas, monóxido de carbono y NO_x. Con este mismo objetivo, en los vehículos que a partir de 2013 continuaban propulsados por biodiesel (485 autobuses Euro III) se han instalado filtros de partículas con catalizador.

Estos cambios en la evolución del Parque Móvil de la EMT han respondido progresivamente a la necesidad de adaptación a las Directivas europeas Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV, Euro V y Vehículos Ecológicamente Mejorados (VEM) (ver epígrafe III.4), ganando actualmente terreno los vehículos propulsados por gas natural comprimido (mejor adaptados a Euro V y VEM) y eléctricos (ver Anexo 5, Gráfico 61).

Los resultados de un análisis sobre el ciclo de vida de los biocarburantes utilizados por dos autobuses de la EMT de Madrid (con mezclas B20 y B100), aseguran que su utilización reduce las emisiones de GEI, aumentando como contrapartida las emisiones de óxido de nitrógeno y el consumo de energía primaria. El estudio propone la aplicación de un sistema catalítico selectivo (SCR) para reducir el NO_x utilizando urea (siendo más efectivo en vehículos B100), como medida más eficaz orientada a reducir las emisiones y a mejorar la eficiencia energética (López Martínez et al. 2012). Es decir, es posible mejorar las emisiones de los biocarburantes convencionales mediante la aplicación de nuevas tecnologías, lo que junto a la reducción del consumo de fertilizantes en los cultivos agroenergéticos y la utilización de cogeneración con renovables en las plantas de transesterificación en el proceso productivo del biodiesel, optimizará su utilización mientras se alcanza un nivel suficiente de producción de biocarburantes avanzados que permita su adecuada penetración en el mercado (Montes Torralba, 2010).

Por otra parte, y como se discutirá más adelante, la progresiva sustitución en el transporte público de los biocarburantes por el GNC, basada en la necesidad de reducir la emisión de NO_x, no es más sostenible si se contempla el ciclo de vida del producto, al tratarse de un combustible fósil asociado frecuentemente a yacimientos petrolíferos, y que según algunas fuentes podría mantener su producción en torno a 53 años más (BP, 2014). Además tampoco reduce la dependencia energética de terceros países, al proceder de reservas situadas en Arabia Saudí, Estados Unidos o Venezuela. Respecto a la electricidad aplicada al transporte, para considerarla como energía sostenible sería necesario garantizar su origen a partir de fuentes renovables.

b. Transporte privado

El transporte privado de la Comunidad de Madrid recibe la mezcla de biocarburantes establecida reglamentariamente para el estado español, con un objetivo anual mínimo obligatorio de venta o consumo para 2013 del 3,9% para bioetanol y del 4,1% para el biodiesel. El consumo de biocarburantes en el transporte privado de la Comunidad de Madrid alcanzó en 2013 las 2.179 toneladas (unas 2 ktep), de las que un 90% correspondió a biodiesel. La caída respecto a 2012, cuando se alcanzó un consumo de 33.843 toneladas (equivalentes a 29 ktep) fue del 93% (ver Anexo 5, Gráfico 62).

Por otra parte, la CAM se encuentra entre las 10 provincias que registran el precio del combustible más elevado de España, a lo que podrían haber afectado los precios de los biocarburantes, para los que la CAM alcanza 1,083 €/l (frente a 1,05 €/l de media en España, a 2/12/2015), uno de los precios más elevados en el ámbito nacional (ver Anexo 5, Gráfico 63).

La crisis financiera, la desinformación generalizada sobre el sector, la falta de apoyo institucional o la ausencia de regulación regional, junto a esta elevación de los precios, pueden estar detrás de este resultado.

V.4. Estimación del potencial del sector biocarburantes en la Comunidad de Madrid

Este epígrafe realiza *grosso modo* una estimación de la cantidad de biocarburantes que la Comunidad de Madrid podría fabricar a partir de cultivos energéticos y materia residual. Para ello se ha recabado información relativa a la generación anual de estos cultivos y de residuos agroforestales y municipales en la CAM, aplicando factores de conversión para los cálculos correspondientes. Además, se plantea un modelo de posibles relaciones sinérgicas para el sector biocarburantes en el ámbito de la CAM.

Los resultados presentados pretenden contrastar la existencia de potencial para generar biocarburantes en la Comunidad de Madrid, analizar los posibles orígenes y estimar un

orden de magnitud. La ausencia de una única fuente que aglutine esta información, la en ocasiones escasa actualización de las fuentes consultadas, o la ambigüedad de algunos datos (caso de los residuos), que ha obligado a aplicar coeficientes para realizar las estimaciones, ha restado rigor y precisión a los resultados obtenidos. En cualquier caso este no pretende ser un análisis exhaustivo.

V.4.1. Agroenergética: cultivos energéticos y residuos agroforestales

Se denomina agroenergía aquella energía obtenida a partir de determinadas especies cultivadas *ex profeso*, y de algunos subproductos de origen agrícola y ganadero, residuos y desechos agroforestales. Esta categoría se incluye en lo que se conoce como bioenergía (energía derivada de biocombustibles, que comprende la dendro y la agroenergía), que se considera renovable únicamente si el dióxido de carbono emitido durante las fases de producción, transporte y elaboración no supera al capturado durante la etapa de cultivo, contemplándose también las pérdidas de carbono asociadas a la reconversión de tierras para producir bioenergía (FAO, 2008c).

V.4.1.1. Cultivos energéticos

En función del destino de la biomasa obtenida los cultivos energéticos pueden ser:

- Oleaginosos: producen biodiesel utilizable para la sustitución parcial de los gasóleos de automoción;
- Alcoholígenos: producen bioetanol utilizable para la sustitución parcial de las gasolinas de automoción o aditivos exentos de plomo, como el Etil-Ter-Butil-Éter (ETBE).
- Lignocelulósicos: producen biomasa con fines térmicos, generación de electricidad (agroelectricidad), o ambos simultáneamente (cogeneración). Entre estos se diferencian los orientados a producir materiales leñosos con especies de crecimiento rápido (eucalipto, chopo), y los destinados a producir especies vegetales anuales, con elevado contenido en biomasa lignocelulósica.

Es fundamental orientar la producción agroenergética a la obtención de biocarburantes de segunda generación, como los obtenidos a partir de cultivos lignocelulósicos, que no compiten con usos alimentarios, más productivos, con menores costes de producción y balance energético positivo (la energía neta contenida en el biocarburante producido es superior a la consumida en los procesos de cultivo y elaboración de los productos), y que posibiliten recuperar las tierras para cultivos alternativos una vez finalizado el uso agroenergético.

En el caso de la producción de etanol el proceso químico es una fermentación alcohólica; en la práctica el rendimiento es de 47,2 gr de etanol por cada 100 gr de glucosa, equivalentes a 59,1 ml de 100°, o a 62,4 ml de 95°. El proceso químico

aplicado para la producción de biodiesel es una transesterificación, que incluye la alcoholisis de las grasas y posterior destilación, para obtener glicerina, metanol y otros esterres como subproductos (Fernández González, 1982).

100 g GLUCOSA \leftrightarrow 51,1 g **ETANOL** + 48,9 g DIÓXIDO DE CARBONO



(en España para producir un litro de bioetanol se precisan del orden de tres kilos de cereal de secano)

1.000 kg ACEITE VEGETAL + 156 kg METANOL + 9,2 kg POTASA (Catalizador)

\leftrightarrow 965 kg **BIODIESEL** + 178 kg GLICERINA + 23 kg METANOL⁷⁶

En España los cultivos con fines energéticos orientados a producir bioetanol son fundamentalmente trigo y cebada, calculándose que son necesarios 3kg de cereal de secano para producir 1 litro de bioetanol (Fernández et. al., 2005). Para la generación de biodiesel se utilizan principalmente cultivos de girasol y colza, aunque se está potenciando el cardo, del que por cada 1.000 ha. de cultivo se podrían producir 300 ton. de aceite, 13.800 ton. biomasa peletizable para fines térmicos y 960 ton. de torta proteica (torta de semillas destinada a alimentación animal) (ver Anexo 5, Tabla 29).

La alternativa que representan los cultivos energéticos ha empezado a ser una realidad para los agricultores ante los elevados costes de producción de los cultivos tradicionales, los escasos rendimientos e ingresos derivados de su venta y la reducción de las subvenciones de la PAC, aspectos que en algunas regiones de la CAM podrían llegar a provocar la desaparición de las explotaciones agrícolas. Además, desde instituciones europeas se defiende la diversificación de la actividad agraria hacia alternativas que permitan una mayor protección de los recursos naturales y reduzcan la intensificación de la superficie de cultivo, lo que al tiempo favorece la fijación de la población rural (Alonso Mateos, 2004).

La superficie agrícola de la Comunidad de Madrid correspondiente a 2003 disponía de una escasa proporción destinada a oleaginosas (inferior al 1%), mientras se destinaba a la producción de cereales el 23,6%, al barbecho el 13% y a las tierras en retirada el 5,7% (estando ambas situaciones especialmente representadas en la Comarca IV con el 26,2% y el 9,2% respectivamente) (ver Anexo 5, Gráfico 64).

Entre los objetivos recogidos en el Eje 1 del Programa de Desarrollo Rural de la CAM 2007-2013, se incluyen los orientados a la diversificación de usos, el fomento de la agroenergética y la valorización de residuos. Sin embargo, en 2013 parece haber aumentado la superficie agrícola regional destinada a barbecho respecto a 2003,

⁷⁶ Guía de la Energía del Sector del Automóvil (Comunidad de Madrid, Fundación de la Energía 2008).

alcanzando las 66.800 hectáreas (el 32,5% de la superficie cultivada en la CAM⁷⁷), en los que la rotación de cultivos, especialmente en zonas semiáridas, aumentaría la producción y mejoraría la estructura del suelo. En este caso, podrían introducirse cultivos alcoholígenos para producir bioetanol, como patata (*Helianthus tuberosus*) y sorgo azucarero (*Sorghum bicolor*), y otros para producir biodiesel, como colza (*Brassica napus*) y cardo (*Cynara cardunculus*)⁷⁸, teniendo en cuenta que en 2013 el consumo de biocarburantes en la CAM correspondió fundamentalmente a biodiesel (90% sobre el total de biocarburantes).

La potencialidad de producción de cultivos energéticos en la CAM, concretamente de cardo, se distribuye como sigue según comarcas agrícolas (Fenercom, 2007):

- Comarca Lozoya-Somosierra (I): región de escaso desarrollo agrícola, que podría dedicar a cultivos energéticos el 20% de la superficie cultivada (actualmente en barbecho), unas 517 hectáreas, siendo el cultivo más idóneo el cardo, cuyo rendimiento es de unas 13,8 ton/ha, con lo que podrían producirse unas 7.135 ton, con una producción energética de unas 2,28 ktep.
- Comarca Guadarrama (II): esta región no es adecuada para cultivos energéticos.
- Comarca Área Metropolitana (III): si se reserva el 20% de la superficie cultivada a cultivos energéticos (idéntico parámetro que en el caso de Lozoya-Somosierra, por tener también escasa dedicación agrícola), unas 1.975 ha, podrían obtenerse unas 27.255 ton de biomasa, que producirían 8,72 ktep.
- Comarca Campiña (IV): comarca agrícola, especialmente dedicada a cultivos de secano. Reservando el 20% de la superficie agrícola, podrían destinarse 5.045 ha a cultivos energéticos, produciéndose 69.622 ton de biomasa, y 22,22 ktep.
- Sur Occidental (V): tomando el 20% de la superficie cultivada en secano actualmente, se podría disponer de 2.183 ha para dedicar a cultivos energéticos, obteniéndose 30.125 t y 9,64 ktep.
- Las Vegas (VI): en esta comarca la superficie dedicada a usos agrícolas es de 73.750 ha (56% del total), pudiéndose dedicar parte de las tierras dedicadas a regadíos a cultivos energéticos. Si se destinan 2.223 ha a cultivos energéticos, se obtendrían 30.667 t de biomasa equivalentes a 9,8 ktep.

⁷⁷ Según datos de la Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos (ESYRCE) para la Comunidad de Madrid, año 2013 (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente).

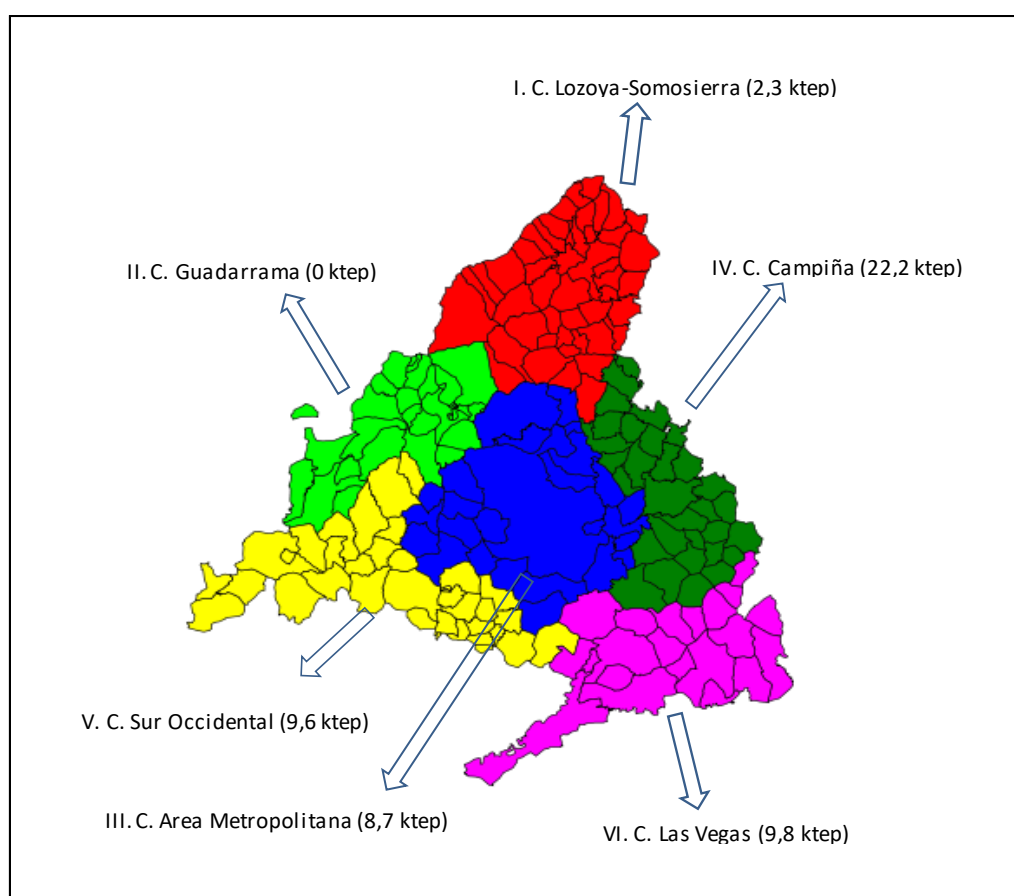
⁷⁸ Proyecto *Empleo, agricultura, biodiesel, transporte y cambio climático*, impulsado por el Grupo de Empresas Agrarias y Gestión de Energía Agraria, con el apoyo de la Red Castellano-Manchega de Desarrollo Rural, la Fundación Biodiversidad y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Grupo de Empresas Agrarias (GEA) (2015).

Es decir, en total se podrían producir algo más de 50 ktep de biocarburantes a partir de estos cultivos, lo que permitiría cubrir más del 90% de los objetivos establecidos en el PER de la CAM.

La Comarca IV (Campiña) parece seguir registrando el mayor potencial productivo por su gran disponibilidad de superficie agrícola, y presumiblemente mejores condiciones edáficas y microclimáticas (Ilustración 1) (ver Anexo 5, Tabla 30).

ILUSTRACIÓN 1

PRODUCCIÓN POTENCIAL DE BIODIESEL A PARTIR DE CULTIVO DE CARDO EN LA CAM POR COMARCAS AGRÍCOLAS



Nota: se dedica el 20% de la tierra cultivada en cada caso a producción de biocarburantes: 527 ha Comarca I, 1.975 ha Comarca III, 5.045 ha Comarca IV, 2.0183 ha Comarca V. En el caso de la Comarca VI se realiza la estimación para 2.223 ha en regadío.

Fuente: datos extraídos de Fenercom (2007).

V.4.1.2. Residuos agroforestales

Se consideran residuos agrícolas aquellos que proceden de cultivos leñosos y herbáceos, de los que se obtienen materiales lignocelulósicos, susceptibles de aprovechamiento energético. Por su parte, los residuos forestales tienen su origen en los tratamientos silvícolas y de mejora y mantenimiento de los montes y masas forestales, incluyéndose

en este concepto los residuos del procesado de industrias de maderas, muebles, corcho, papeleras, etc.

Aunque esta biomasa residual puede utilizarse para obtener biocarburantes y generar energía eléctrica, el producto por excelencia obtenido son *pellets* o combustible para uso térmico (calefacción). La Comunidad de Madrid dispone de un Centro de Producción y Logística de Biomasa en Lozoyuela, implantado en 2010 por la Asociación Nacional de Empresas Forestales (ASEMFO), con capacidad de producción anual de 4.000 ton de astilla, que puede proporcionar agua caliente y calefacción a unas 1.600 viviendas (unos 4.800 habitantes eq).

En 2013 se generaron en la CA de Madrid 126,5 ktep de biomasa residual agroforestal, y se consumieron 97,8 ktep en aplicaciones termoeléctricas (Fenercom, 2014b), por lo que habría un remanente de 28,7 ktep potencialmente disponible (ver Anexo 5, Gráfico 65).

V.4.2. Residuos municipales

Los residuos municipales (RM) representan otra fuente potencial para la producción de biocarburantes. En la Comunidad de Madrid los datos correspondientes a 2004, reflejaban una generación de RM de 3,1 millones de toneladas, de las que el 83,2% se recogían de forma mezclada, tasa que mejoró ligeramente en 2013 (hasta el 79,9%) respecto a 2004, mejorando también la recogida selectiva (20% en 2013 frente al 16,7% de 2004) (ver Anexo 5, Gráfico 66).

La Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio ofrece en su página web listados de instalaciones de gestión y empresas de transporte de residuos de la Comunidad de Madrid, si bien no facilita datos relativos a las cantidades recibidas y gestionadas en cada instalación. La información estadística correspondiente al volumen recogido por tipo de residuo se ofrece en el Anuario Estadístico de la Comunidad de Madrid, apartado de Condiciones ambientales, subapartado de Contaminación y tratamiento de residuos (con datos en 2016 referidos a 2013).

Por su parte, la empresa pública Gestión y Desarrollo del Medio Ambiente de Madrid (Gedesma), encargada de la construcción, gestión y explotación de instalaciones de tratamiento de residuos, producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, así como de la formación, información, publicidad y divulgación relacionada con sus actividades y el medio ambiente, tampoco dispone de estadísticas o informes de acceso público al respecto, si bien publica un listado de vertederos de la CAM, según la cual de los 233 vertederos registrados, prácticamente el 50% se encuentran activos.

Según la Estrategia de Residuos de la CAM (epígrafe V.3.1), las alternativas de compostaje y biometanización parecen las más adecuadas, proponiéndose una tasa de eliminación del 35% para el compostaje y del 44% para la biometanización, ambas muy lejos del actual 79% (ver Anexo 5, Tabla 31).

El aprovechamiento energético de los residuos municipales en la Comunidad de Madrid se realiza fundamentalmente a partir de su incineración (valorización energética), que genera energía eléctrica (plantas de Pinto y Valdemingómez). Además puede obtenerse biogás en vertederos activos (plantas de biometanización, mediante tratamiento y digestión anaeróbica de la materia orgánica), o inactivos (operaciones de sellado de vertederos), que puede ser posteriormente utilizado en la obtención de energía eléctrica. Este aprovechamiento se estima en un 9% del total de los RM generados.

Es decir, el 79,9% de los residuos municipales se recogen mezclados y de ellos una elevada proporción se destina a vertedero, aprovechándose para la generación de gas y electricidad una cantidad próxima al 9% en plantas de tratamiento, por lo que aún hay una elevada cantidad potencialmente disponible para su aprovechamiento, por ejemplo para la fabricación de biocarburantes.

En España existe la tecnología capaz de revalorizar cualquier tipo de biomasa residual (residuos industriales, agro-ganaderos, forestales, urbanos) que la convierte en un producto apto para ser utilizado en instalaciones de cogeneración, motores de combustión interna, o turbinas de gas, capaz de generar energía eléctrica y térmica para autoconsumo o para integrarla en la red de distribución, así como en procesos de síntesis de combustibles líquidos para su utilización en estado puro o mezclado con gasolinas y gasoil⁷⁹. Esta tecnología transforma 1kg de biomasa en 0,6 litros de biocarburante (Trioximetileno Dimetil Eter, TMDE), superando el aprovechamiento correspondiente a los sistemas convencionales para fabricar biocarburantes, cuyo rendimiento medio es de 0,25 litros por Kg de biomasa. El producto obtenido compite con el Etil Tert-Butil Éter (ETBE), subproducto del refinado del petróleo fabricado a partir de etanol e isobutileno, que se añade a las gasolinas para elevar el octanaje y emitir menos gases contaminantes.

Aunque es posible aprovechar cualquier tipo de residuo municipal, lo más frecuente es utilizar la fracción orgánica de los residuos depositados en vertedero, por lo que seguidamente se aborda una estimación del potencial de obtención de biocarburantes a partir de ésta.

⁷⁹ Planta BPP4FUEL (Blue Plasma Power for Fuel), empresa OpenMS (Castellón de la Plana).

V.4.2.1. Biorresiduos

Se considera biorresiduo a la fracción orgánica (FO) de los residuos municipales, o Fracción Orgánica Recogida Separadamente (FORS), constituida fundamentalmente por restos de la preparación o manipulación de alimentos y elaboración de productos alimentarios, restos de comida, alimentos en mal estado y excedentes alimentarios que no se han comercializado o consumido, y a la fracción vegetal en forma de restos vegetales de pequeño tamaño y no leñosos, procedentes de jardinería y poda (ver Anexo 5, Tabla 32).

Según el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR, 2015), los biorresiduos constituyen la fracción mayoritaria de los residuos domésticos, representando el 42% de los de competencia municipal. En la Comunidad de Madrid la generación de biorresiduos supera las 1,1 millones Tm al año. La Comunidad de Madrid aún no ha puesto en marcha un Plan para la recuperación y gestión de residuos biodegradables, como establece la Estrategia de Residuos 2006-2016, en virtud de la cual se debe impulsar la recogida separada de la fracción orgánica, fomentando el compostaje doméstico en zonas rurales, mientras el resto se destinará a procesos de biometanización y compostaje, incineración, gasificación y vitrificación mediante plasma. Para la gestión correcta de los biorresiduos no existe una solución única, siendo preciso alcanzar un equilibrio técnico, económico, social y medioambiental entre todas las posibles. El Anuario Estadístico de la Comunidad de Madrid provee información descargable para diversos ámbitos relativos a las condiciones ambientales, entre los que se encuentra la Encuesta sobre recogida y tratamiento de residuos urbanos, que ofrece datos hasta 2013, si bien los referidos a la gestión (tratamiento de residuos mezclados y separados, y eliminación en vertedero) se detiene en 2005.

En el Plan Regional de Residuos Urbanos 2006-2016 se establecía el objetivo de reducir los residuos biodegradables depositados en vertedero, de forma que el 16/07/2016 debían representar un volumen inferior al 35% de los generados en 1995 (en cumplimiento de lo establecido en la Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid). Hasta finales de 2016, con la publicación del Documento preliminar para la definición de la Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid para 2017-2024, no se disponía de información detallada y actualizada sobre la gestión de los biorresiduos en el ámbito regional, según la cual en 2014 no se había alcanzado el mencionado objetivo de vertido (ver Anexo 5, Tabla 32).

En todo caso, el aprovechamiento de la fracción de RM disponible para fabricar biocarburantes, favorecería la reducción del volumen de residuos destinados a vertedero en la Comunidad de Madrid.

V.4.2.2. Aceite vegetal usado

Entre los residuos municipales se encuentran los aceites usados de origen doméstico, o procedentes del sector comercio o servicios, que se identifican con el código 20 01 25 de la Lista Europea de Residuos (LER)⁸⁰. La competencia de la gestión de estos residuos descansa sobre las Entidades locales, correspondiendo a las Comunidades Autónomas la elaboración de programas autonómicos, la autorización, vigilancia e inspección de las operaciones de gestión, o las autorizaciones de traslado (Ley 22/2011, arts. 12.4 y 12.5).

La gestión de aceites usados presenta dificultades logísticas, tanto respecto a su recogida como a su control y trazabilidad debido a su carácter de residuo. En el caso español, dicha recogida no está siendo claramente promovida por la Administración; de hecho, y pese a existir una prohibición expresa para el vertido de aceites industriales usados⁸¹, no ocurre así con el vertido de aceites de uso doméstico.

Aunque el aceite usado de cocina no está considerado residuo peligroso, su vertido dificulta el tratamiento de las aguas residuales en las depuradoras, y tiene un fuerte poder contaminante del medio acuático (1 litro de aceite puede contaminar 1.000 litros de agua), por lo que es necesaria su recogida selectiva y posterior tratamiento. Según la DG de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid, es obligación de los productores del residuo entregarlo a un gestor habilitado para su adecuado tratamiento, para evitar posibles daños ambientales o incluso su derivación en la cadena alimentaria⁸².

En el caso de la Comunidad de Madrid el aceite usado de cocina generado en los hogares podría superar las 10.000 toneladas/año, siendo actualmente la recuperación para su aprovechamiento energético inferior al 8% en el sector doméstico, por lo que anualmente se eliminan por los desagües o se envían a los vertederos más de 9.000 t de aceite en la región. Recuperar el potencial de aceite usado de cocina residencial de la CAM permitiría obtener unas de 8.500 ton de biodiesel, lo que representaría el 0,6% de las gasolinas y gasóleos consumidos en la CAM (Fenercom, 2013b).

⁸⁰ Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

⁸¹ Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.

⁸² La Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea (código LER 02 03 y 20 01 25) y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados regulan la gestión de los aceites domésticos usados en el ámbito nacional. Y en el ámbito local el Ayuntamiento de Madrid ha publicado el Anuncio por el que se convoca la licitación de la gestión del servicio público de recogida y gestión de aceite vegetal usado depositado en puntos limpios (BOE sábado 28 de marzo de 2015).

Por otra parte, una adecuada gestión de estos residuos ahorraría costes de limpieza y mantenimiento de las instalaciones sanitarias y alcantarillado, así como los destinados a reparar los daños medioambientales por vertido, o a solventar las penalizaciones económicas derivadas de los mismos. La depuración del aceite vegetal usado vertido a la red de saneamiento tiene un coste estimado en 0,46€/litro, es decir 460€/m³ o 505€/Tm, que comparado con la tasa media de saneamiento en España (0,67€/m³) (AEAS, 2013), la depuración de cada litro de aceite resulta casi 700 veces más cara que el coste del tratamiento del agua residual. Lo que, más allá de reducir los impactos ambientales, representa un incentivo para su utilización en la fabricación de biocarburantes.

La utilización de aceite de uso doméstico para producir biodiesel en España es un hecho. Según la Asociación Nacional de Gestores de Residuos de Aceites Vegetales y Grasas (Geregras), en 2011 se importaron más de 35.000 m³ de aceites de fritura y 6.000 m³ de grasas animales para este fin, subrayando que España gestiona 120 millones de litros anuales de aceites y grasas de este tipo, aunque se podría llegar a los 275 millones.

A diferencia de otros municipios como Alcalá de Henares, Tres Cantos, Guadarrama, Pozuelo de Alarcón, Navacerrada, Torrelaguna, Chinchón o San Agustín de Guadalix, en Madrid capital no está autorizada la disposición urbana de contenedores fijos de aceite. En todo caso, parece que la actual dotación de 16 puntos limpios fijos y 21 móviles en la capital destinados a la recogida de todo tipo de residuos es insuficiente (CAF-Madrid, 2014), y en ellos sólo se recicla en torno al 4% del aceite usado de cocina doméstico. Aunque se empiezan a detectar cambios en este sentido. Así, el proyecto OILECO, incluido en el programa europeo de subvenciones “Intelligent Energy Europe (IEE)” (Convocatoria 2010), ha perseguido el objetivo de fomentar la reutilización de aceites vegetales de cocina usados en la CAM. Esta iniciativa europea, coordinada en España por la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid en representación de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, finalizó en diciembre de 2013.

Los aceites obtenidos podrían ser utilizados, mediante tratamientos físicos sencillos, para la generación simultánea de electricidad y calor, y a través de procesos de transesterificación química, para la fabricación de biodiesel (ver Anexo 5, Tabla 32). Se realiza este cálculo separado por su interés, si bien se trata de una cantidad incluida en la estimación de la producción de biocarburantes correspondiente a la fracción orgánica de residuos municipales.

V.4.3. Síntesis del potencial de producción de biocarburantes en la CAM

Este apartado recoge una síntesis de los cálculos anteriores respecto al potencial de generación de biocarburantes en la Comunidad de Madrid, basados en estimaciones a partir de cultivos agroenergéticos y materia residual, tanto agroforestal como municipal, generados en el ámbito regional no utilizados en otras aplicaciones.

TABLA 11

PRODUCCIÓN POTENCIAL Y CONSUMO DE BIOCARBURANTES EN LA CAM, 2013

Cultivos agroenergéticos por Comarcas en la CAM	Producción Biodiésel (Ktep)
Lozoya-Somosierra (I)	2,28
Area Metropolitana (III)	8,72
Campiña (IV)	22,22
Sur Occidental (V)	9,64
Las Vegas (VI)	9,8
Total	52,66

Biomasa agroforestal (ktep)	Producción de Bioetanol (Ktep)
Generación	126,50
Consumo térmico	97,83
Biomasa disponible	28,67

Fracción Orgánica residuos municipales (Ktep)	2013
Bioetanol	43,00
Biodiésel	80,00

Aceite vegetal Usado	Biodiésel (Ktep)
	7,31

Potencial total Bioetanol (Ktep)	71,67
Potencial total Biodiésel (Ktep)	132,66
Potencial total de Biocarburantes (Ktep)	204,33

Consumo de Biocarburantes CAM 2013 (Ton)	Ton
Bioetanol	196,53
Biodiésel	1.982,56
Consumo de Biocarburantes CAM 2013 (Tep)	Ktep
Bioetanol	0,13
Biodiésel	1,71
Total biocarburantes	1,83

Nota: en relación a los cultivos agroenergéticos se ha realizado una estimación media, puesto que cada especie tiene su propia capacidad de producción y rendimiento.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Fenercom (2012). Plan energético CAM 2004-2012 (Cap. 4. Objetivos energéticos, Líneas de actuación y Marco económico). Proyecto Oileco.

Según las estimaciones realizadas, la CAM podía haber alcanzado una producción total de biocarburantes de 204,3 Ktep en 2013, de las que 71,7 corresponderían a bioetanol y 132,6 a biodiesel. Cantidades en ambos casos muy superiores respecto al consumo registrado ese año, que para el total de biocarburantes alcanzó las 1,83 Ktep, pero

también al objetivo de producción establecido por el Plan energético CAM 2004-2012 (60 ktep/año). Y, aunque solo se computara el biodiesel obtenido a partir de aceite vegetal usado (7,31 Ktep), esta cantidad cubriría con creces el consumo de biodiesel (1,71 Ktep) (Tabla 11).

Los resultados deben interpretarse con cautela, por un lado ante la incompleta, heterogénea y en ocasiones discrepante información estadística de partida; y por otro, considerando que el vertido de biorresiduos (cuya participación en la estimación realizada para 2013 alcanza el 60%) se reducirá hasta el ya mencionado 35% respecto a 1995. En todo caso, sirven para constatar que la Comunidad de Madrid dispone de potencial para la generación de biocarburantes, y que esta es suficiente para responder a la demanda actual de la región, e incluso para impulsarla.

Esta producción representa una alternativa a los cultivos tradicionales de secano, de baja rentabilidad, además de aprovechar la superficie agraria disponible, contribuyendo a dinamizar la actividad agrícola de la Comunidad de Madrid. Pero además, se aprovecha una biomasa procedente de residuos agroforestales no completamente utilizada, contemplándose también la utilización de la fracción orgánica de los residuos municipales depositados en vertedero. Concretamente, a partir de esa producción estimada de biocarburantes, se habría alcanzado una sustitución de carburantes convencionales en torno al 6,9% en 2013 en la CAM (correspondiente a un 7,3% en el caso de las gasolinas, y a un 3,4% en el del gasoil).

A la vista de estos resultados, parece posible y conveniente aumentar la generación de biocarburantes en la CAM, teniendo en cuenta las posibles ventajas asociadas (impulso al sector agrario, aprovechamiento de materiales residuales no utilizados, reducción de dependencia energética de combustibles fósiles, ventajas ambientales, etc). Hay que recordar que en 2013 el transporte en la Comunidad de Madrid se propulsó en un 96,6% con derivados del petróleo, el 1,7% mediante energía eléctrica, el 01,66% mediante gas natural, y únicamente el 0,04% a partir de biocarburantes.

Abundando en lo expresado en el Decreto de constitución de la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid⁸³, y recogiendo lo señalado en el epígrafe II.4, en el caso de la Comunidad de Madrid, que presenta uno de los escenarios de menor desarrollo del

⁸³ Decreto 50/2006, de 8 de junio, por el que se autoriza la participación de la Comunidad de Madrid en la constitución de la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Expresa, entre otras, la intención de “fomentar con la participación de otras entidades públicas y privadas, el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos endógenos, mediante la aplicación de nuevas tecnologías de evaluación y aprovechamiento de los mismos y participar en la evaluación e implantación de sistemas de producción de energía basados en dichos recursos, con especial promoción de los que utilicen energías renovables y de cogeneración” (artículo 5).

sector energético en España, el aprovechamiento de los recursos locales en aplicación de los principios de desarrollo endógeno es muy interesante, especialmente en el ámbito del transporte, de intensa demanda energética y donde el impulso de recursos renovables locales y sostenibles brinda la oportunidad de reducir la dependencia regional de terceros países mediante la diversificación energética, al tiempo que mejora las emisiones contaminantes. Pero además, los biocarburantes, especialmente los avanzados como sector innovador, pueden resultar claves para impulsar el desarrollo socioeconómico de la CAM.

V.5. Avances en la investigación

La Comunidad de Madrid lidera el gasto anual nacional en investigación y desarrollo (I+D) (2014), alcanzando el 26,4% del total nacional, dedicando un 1,75% del PIB regional a I+D (frente al 1,24% de media), y acogiendo en su territorio el 18% de empresas con actividades innovadoras en España (ver Anexo 5, Gráfico 67).

En términos de empleo en el sector I+D, esta región también destaca dentro del ámbito español, alcanzando un 23% sobre el total nacional tanto en personal empleado en I+D (sectores administración pública, enseñanza, empresa privada, organizaciones sin ánimo de lucro), como en investigadores, en ambos casos a jornada completa.

El futuro de los biocarburantes en el corto y medio plazo se apoya en la investigación y el desarrollo de nuevas materias primas cuya explotación sea más eficiente y sostenible y permitan la generación y utilización a gran escala de biocarburantes avanzados que sustituyan a los convencionales. Las líneas de investigación abiertas en la CAM al respecto son diversas, así como los trabajos realizados en relación a la eficiencia de cultivos o las emisiones generadas en el ciclo de vida de los biocarburantes.

La investigación regional en el ámbito de la bioenergética viene impulsándose desde los años 80 (ver Anexo 5, Tabla 33). Las alternativas ofrecidas por diferentes proyectos de investigación en la CAM para la producción de biocarburantes avanzados van desde el desarrollo de nuevos cultivos al aprovechamiento de materia residual. Entre ellos destaca el proyecto de investigación ResToEne⁸⁴, implicado en la producción de biocarburantes a partir de residuos forestales en la Comunidad de Madrid, y en el que las instituciones participantes han reunido el potencial, capacidad científica e infraestructura para desarrollar un programa de actividades de I+D de producción de

⁸⁴ Proyecto de producción de combustibles limpios para transporte a partir de residuos agroforestales y oleaginosos, desarrollado por la Unidad de Biocarburantes del CIEMAT, con la participación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC - Instituto de Catálisis y Petroleoquímica), la Universidad Rey Juan Carlos, la Universidad Autónoma de Madrid y la Fundación IMDEA Energía (2012).

capitales y nodos integrados en lógicas metropolitanas (Ilustración 2) (Solís Trapero et al., 2012).

Aunque el estudio se centra en movimientos laborales, pone de manifiesto que la CAM, o, desde esta perspectiva, la RMPM, tiene una fuerte interacción con los mencionados núcleos urbanos (nodos), pertenecientes a las Comunidades Autónomas de Castilla y León y Castilla-La Mancha, donde la generación energética es muy superior a su consumo, produciendo en ambos casos en torno al doble de la demanda. En la situación contraria se encuentra Madrid (REE, 2015). Además, y respecto a la generación de biocarburantes, la capacidad productiva en 2012 (biodiesel) era del 17,26% en el caso de Castilla y León y del 21,3% en Castilla-La Mancha sobre la capacidad total instalada en el ámbito nacional (ver epígrafe V.2.1), lo que en ambos casos se consolidó con la asignación recibida en aplicación de la Resolución de 24 de enero de 2014 (0,12% para Castilla y León y 1,27% en el caso de Castilla-La Mancha) para 2014 y 2015. También en el caso de los biocarburantes, la producción en estas regiones es superior al consumo (referido a 2013).

Es decir, de forma adicional al aumento local de generación energética, podría aprovecharse la relación sinérgica existente entre la CAM y estas regiones en la configuración de esta Región Metropolitana Policéntrica, para plantear la posibilidad de aportar parte del excedente de energía hacia una Comunidad de Madrid deficitaria, que acoge diariamente buena parte de su población laboral.

Siguiendo la línea argumental utilizada en el epígrafe V.2.2, la dotación normativa en relación a las energías renovables es profusa en ambos casos⁸⁵, lo que refuerza la idea de que el impulso a este sector para por un mayor desarrollo de la regulación normativa.

V.6. Relación sinérgica potencial en torno al sector biocarburantes en la Comunidad de Madrid

El sistema energético convencional, basado en los combustibles fósiles, presenta síntomas de agotamiento, debido al progresivo descenso de la disponibilidad de hidrocarburos, la necesidad de reducir la dependencia energética y la urgencia de avanzar hacia una sostenibilidad económica, social y medioambiental. Simultáneamente se está produciendo una convergencia tecnológica entre los sistemas de comunicación y los nuevos sistemas energéticos que dará paso a un nuevo paradigma energético basado

⁸⁵ Entre las múltiples disposiciones en el ámbito de las energías renovables para estas regiones pueden mencionarse: el Plan Regional de Ámbito Sectorial de la Bioenergía en Castilla y León 2011-2020, o la Ley 9/2011, de 21 de marzo, por la que se crean el canon eólico y el Fondo para el Desarrollo Tecnológico de las Energías Renovables y el Uso Racional de la Energía en Castilla-La Mancha.

en la eficiencia, la gestión de la demanda y las energías renovables, así como en la interconexión mediante redes inteligentes, conformando sistemas interactivos e integrados (UGT, 2012).

Respecto al sector biocarburantes, el futuro de la industria pasa por nuevos modelos de colaboración entre los agentes que intervienen en la cadena de valor. Esta integración es patente en los proyectos de instalaciones de biocarburantes avanzados en Europa, Brasil y Estados Unidos, generados normalmente a partir de *joint ventures* entre productores de biocarburantes, empresas del sector agroindustrial, empresas que han desarrollado tecnologías de transformación de la biomasa y compañías petroleras (Funseam, 2014). Concretamente, existe potencial para alcanzar sinergias y oportunidades *win-win* en diferentes políticas asociadas al sector biocarburantes, como el desarrollo rural y la seguridad energética; más aún en el caso de una política energética descentralizada como la española, donde la producción local de biocarburantes puede mejorar las condiciones regionales económicas, tecnológicas y ambientales (CFC, 2007).

En este marco, para la Comunidad de Madrid, que manifiesta una elevada dependencia energética, especialmente en lo que respecta a los productos petrolíferos para el transporte, los biocarburantes, y más aún los avanzados, representan una interesante alternativa a los combustibles fósiles. Más allá de los beneficios ligados al propio sector energético, su impulso podría generar sinergias positivas en otros sectores económicos claves para la Comunidad de Madrid, directa o indirectamente relacionados con el sector biocarburantes, siguiendo uno de los ejes del desarrollo endógeno, como es la creación y mejora de los efectos sinérgicos entre los mecanismos y fuerzas del desarrollo, para estimular un desarrollo sostenido de la productividad y sostenible del territorio. Para ello las iniciativas de desarrollo local deben afrontar el desafío de la coordinación estratégica con las acciones y políticas de las administraciones del estado y de las organizaciones privadas, que es posible realizar a través de instrumentos como la planificación y la gestión estratégica (Vázquez Barquero, 2007).

A continuación se plantean posibles relaciones sinérgicas entre el sector biocarburantes y otros sectores, a partir de la propia posición sectorial cuando ello ha sido posible.

V.6.1. Interacción sectorial

V.6.1.1. Biocarburantes y sector transporte

Se trata de un sector directamente relacionado con el sector biocarburantes, dada su aplicación como alternativa a los combustibles convencionales. En el caso de la Comunidad de Madrid el sector transporte podría beneficiarse del impulso a los

biocarburantes, como así lo reconocen diversos organismos tanto en el ámbito privado como en el público:

- Transporte privado de mercancías: la Asociación de empresas de transporte de la Región Centro (Atradice), defiende el uso de biodiesel ante las ventajas asociadas a este carburante, como el hecho de que los vehículos no requieran modificaciones técnicas para su uso, aumenta la vida de los motores por a su elevado poder lubricante, contribuye a la reducción de emisiones GEI y es fácilmente biodegradable; además, puede contribuir a estabilizar el precio de los carburantes al reducir la dependencia energética de los fósiles y representa una alternativa para el desarrollo agrícola (Atradice, 2005a). La apuesta se orienta fundamentalmente a reducir los costes y el impacto de las fluctuaciones asociados al precio del crudo.
- Transporte público: la EMT de Madrid dispone de numerosos vehículos que utilizan biodiesel y bioetanol (Proyecto europeo BEST⁸⁶), aunque en los últimos años la tendencia ha sido a reducir el número de los que usan biocarburantes.
- Destaca la escasa presencia de estaciones de servicio dispensadoras de mezclas etiquetadas de biocarburantes en la Comunidad de Madrid.

Actualmente en la aplicación de energías alternativas al sector transporte de la Comunidad de Madrid parece clara la apuesta por el gas natural: la colaboración entre la Empresa Municipal de Transportes (EMT) y Gas Natural Fenosa durante los últimos años ha facilitado el aumento de la flota de autobuses propulsados por GNC hasta las 790 unidades. Gas Natural Fenosa se encarga de la operación y mantenimiento de la estación de repostaje de la EMT-Sanchinarro, la mayor de Europa, suministradora de 400 autobuses de gas natural comprimido (GNC). Además, se está potenciando la Comunidad de Madrid como enclave estratégico para el desarrollo del transporte de mercancías y pasajeros mediante vehículos de largo recorrido a gas natural, trabajando en el desarrollo de una red de corredores de Gas Natural Licuado (GNL), estableciéndose la región de Madrid como punto central de interconexión europea. Las ventajas del uso del gas natural como combustible para el transporte (excluyendo el proceso de prospección y extracción del gas) son la mejora de la calidad del aire, ya que reduce en más de un 85% las emisiones de NO_x y partículas en suspensión, y hasta un 20% las emisiones de CO₂, principal gas de efecto invernadero, respecto a los

⁸⁶ Proyecto BEST -bioetanol para un transporte sostenible-, cofinanciado por la Unión Europea y en el que han participado varios países en todo el mundo. Con una duración de 4 años (entre principios de 2006 y finales de 2009), evaluó la capacidad de diferentes tecnologías para crear mercado. La idea era comprobar cómo la colaboración público-privada puede crear las adecuadas condiciones de mercado para permitir un cambio significativo desde el transporte basado en combustibles fósiles hacia los que utilizan combustibles renovables.

carburantes convencionales. Además, disminuye en un 50% la contaminación acústica, y genera un ahorro de hasta el 30% respecto al gasóleo y hasta el 50% sobre la gasolina.

Sin embargo, como ya se ha mencionado, si bien se trata de una fuente de energía más limpia que las convencionales en su uso, está incluida entre las fuentes de energía fósil (y por tanto no renovable), cuyas reservas tienen un límite temporal y cuya extracción con frecuencia está asociada a yacimientos petrolíferos o de carbón. Por otra parte, en la actualidad su utilización no reduce la dependencia energética, razones por las que no representa una solución definitiva ni ambientalmente sostenible en el proceso de sustitución de los carburantes convencionales.

V.6.1.2. Biocarburantes y sector hidrocarburos

A primera vista podría considerarse que los sectores hidrocarburos y biocarburantes son competidores, si bien numerosas experiencias de empresas pertenecientes al primero demuestran su interés en el ámbito de la investigación, producción y distribución de los segundos. De hecho, las compañías petroleras con su participación en estos proyectos buscan asegurar un mayor control sobre las fuentes de suministro que les permita contribuir al cumplimiento de los mandatos de comercialización de biocarburantes (Funseam, 2014). Es el caso de la Compañía Logística de Hidrocarburos en la CAM:

CLH, principal empresa dedicada al transporte y almacenamiento de productos petrolíferos en España y una de las mayores compañías privadas dentro de su sector a nivel internacional, dispone de una de las redes integradas de transporte y almacenamiento de productos petrolíferos más eficientes del mundo, que incluye los servicios logísticos de almacenamiento y mezcla de biodiesel con gasóleo y de bioetanol con gasolina. Desde la implantación en España de objetivos de venta de biocarburantes, CLH adaptó sus instalaciones para su almacenamiento y mezcla con carburantes fósiles, prestando servicio actualmente a 13 instalaciones para biodiesel y 9 para bioetanol, con una capacidad total de almacenamiento de 100.000 m³ (Funseam, 2012). En 2012 CLH distribuyó 2,4 millones de m³ de biocarburantes (2,1 de biodiesel y 0,3 de bioetanol), un 27% más que en 2011. Esto le reporta una mayor diversificación y flexibilidad en los productos que distribuye, y su gestión integrada consigue una gran eficiencia que repercute en el bajo precio de la prestación del servicio (menos del 1% del precio final). El transporte de mezclas etiquetadas de biodiesel y todas las de bioetanol se realiza en camiones desde las plantas de almacenamiento de las operadoras logísticas a las estaciones de servicio, dado que no pueden compartir los oleoductos utilizados por los carburantes convencionales porque podrían alterar su calidad (CLH, 2008). La sede social de CLH se encuentra en la CAM donde dispone de tres instalaciones de almacenamiento (Villaverde, Loeches y Torrejón de Ardoz), así como un centro de

control desde donde se gestiona la red nacional de oleoductos. La instalación de Villaverde se convirtió en 2006 en la primera preparada para operar con biocarburantes, con una capacidad de almacenamiento de 1,4 MM de litros de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) que, tras modificar los sistemas de carga de camiones, se mezcla en los cargaderos en una proporción entre el 5 y el 30% (CLH 2014, Fenercom 2014).

V.6.1.3. Biocarburantes y sector agrícola

Diversas empresas del sector agroindustrial, gestión forestal y distribución de productos alimentarios han extendido su ámbito de actividad verticalmente en la cadena de valor desde el suministro de materias primas hasta la producción de biocarburantes a partir de biomasa lignocelulósica y grasas animales, con una participación elevada en Europa, Estados Unidos y Brasil, muy focalizada en el desarrollo tecnológico (Funseam, 2014).

En el caso de la Comunidad de Madrid, la agroenergética representa una oportunidad para el sector agrícola, y tiene por tanto una relación de beneficio mutuo con el sector biocarburantes. Así, el impulso a los cultivos agroenergéticos en la CAM permitiría diversificar la ocupación e ingresos del sector agrario, e incluso recuperar tierras en retirada evitando el abandono rural. Sin embargo, el coste de esta producción depende del precio de la materia prima, lo que puede representar una barrera al desarrollo, dado que al agricultor se le ofrecen precios inferiores a los correspondientes a los productos destinados a la alimentación, lo que pone de manifiesto la necesidad de impulsar medidas de apoyo a los cultivos no alimentarios (García Camus et al., 2006). Las ventajas económicas de estas producciones variarán también en función de los rendimientos de cada cultivo. En el proceso productivo de los biocarburantes, la producción agrícola es la segunda etapa más consumidora de energía y emisora de GEI, después de la de transformación y distribución del producto, y la fabricación y uso de fertilizantes nitrogenados. Por tanto, una reducción en el consumo de fertilizantes sin que afecte al rendimiento por hectárea, así como la utilización de nuevos cultivos con mayores rendimientos y menores requerimientos de fertilizantes y labores irían en la línea de incrementar estos beneficios. El punto más débil de la agroenergética reside en su dependencia de los combustibles fósiles, por lo que sería importante reducirla.

No está en el ánimo de este trabajo de investigación analizar en profundidad las diferentes opciones agroenergéticas, al tratarse de un ámbito incluido en diversos proyectos de investigación agrícola en esta Comunidad autónoma (Fernández González, 1982 y 1995, Alonso Mateos 2004, Aparicio Peña et. al 2013, etc). Más bien, se persigue constatar en qué medida este sector representa un potencial real y susceptible de impulso y mejora en la Comunidad de Madrid.

V.6.1.4. Biocarburantes y sector residuos

En el análisis previo sobre el potencial de generación de biocarburantes en la CAM, el sector de los residuos municipales, de los que hoy casi el 80% van a parar a vertedero, se considera una de las fuentes generadoras potenciales de materias primas para la producción de biocarburantes. Por tanto, se detectan claras sinergias positivas entre ambos sectores.

Según la Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid 2006-2016, la región pretende crear instalaciones para reutilizar, reciclar o aprovechar energéticamente el 65% de los residuos municipales, generándose electricidad para abastecer 370.000 hogares al año. Sin embargo, en todas las alternativas propuestas hay una fracción que termina en vertedero, que podría reutilizarse en el proceso de producción de biocarburantes, especialmente el aceite doméstico usado.

V.6.1.5. Beneficios socio-ambientales promovidos por los biocarburantes

Como se ha comprobado a lo largo de esta tesis, el uso de biocarburantes bajo determinadas condiciones de sostenibilidad y en ausencia de efectos indirectos por cambios de uso del suelo, conlleva ventajas en los ámbitos socioeconómico, ambiental, y tecnológico.

Algunas investigaciones (Sáez et al., 2005) han analizado las ventajas ambientales asociadas al uso de biocarburantes en términos de reducción de las emisiones GEI, constatando que, en ausencia de ILUC, es menor la emisión de contaminantes a mayor contenido de biocarburantes en la mezcla. En el caso del bioetanol, las emisiones GEI aumentan en un escenario de introducción de cereal importado, mejorando el balance energético y ambiental de las mezclas cuando se considera una localización de las plantas próxima a las zonas de cultivo. Respecto a las mezclas de biodiesel el resultado es similar, observándose que tanto el consumo de energía como las emisiones GEI aumentan con la proporción de aceite de palma importado. Aunque únicamente se prestara atención a las ventajas energéticas y ambientales, el aumento de eficiencia traducido en un ahorro de energía primaria, o en la rebaja de emisiones de CO₂, justificarían el impulso en la utilización de estos productos y expresarían la existencia de sinergias positivas entre este sector y el sistema socio-ambiental de la CAM (ver Anexo 5, Tabla 34).

Además, la posibilidad de reactivar el empleo generado, tanto directo en las propias instalaciones de biocarburantes, como indirecto en los sectores hidrocarburos, agrícola, residuos, y proveedor de materias primas y de transportes, también revierte en forma de beneficios sociales. Así, en 2014 los puestos de trabajo del sector en España alcanzaban

los 4.259, lo que supone un aumento de 895 empleos (26,6%) respecto al año anterior, de los que 2.659 fueron directos y 1.600 indirectos (APPA, 2014).

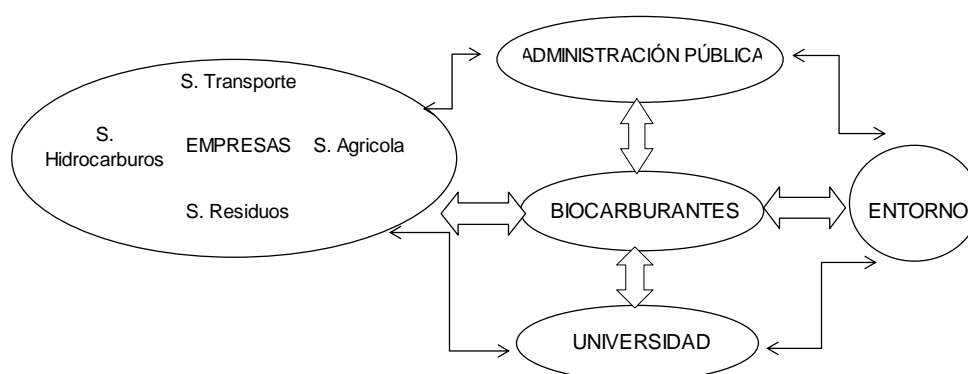
V.6.2. Red sinérgica del sector biocarburantes en la CAM

El Sistema Regional de Innovación de la CAM se caracteriza por la presencia de centros tecnológicos, administraciones públicas de apoyo a la investigación, el desarrollo y la innovación a través de políticas, empresas, recursos financieros, recursos humanos especializados y organizaciones sociales (ver epígrafe II.4).

Una posible red para la difusión e intercambio del conocimiento intersectorial⁸⁷, incorporaría aquellos sectores que puedan establecer sinergias positivas con el sector biocarburantes, de forma que se comparta el conocimiento y se impulse la actividad intersectorial (Godoy-Bonilla, S.P. et al., 2013).

GRÁFICO 17

RED SINÉRGICA VIRTUAL DEL SECTOR BIOCARBURANTES EN EL MARCO DEL SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MADRID



Fuente: elaboración propia inspirado en Godoy-Bonilla et al., 2013.

En el caso del sector biocarburantes, para aumentar las sinergias intersectoriales podría aplicarse un modelo de gestión del conocimiento en red, entendiendo por red de conocimiento “un grupo multidisciplinario de personas e instituciones que se asocian para investigar o desarrollar proyectos, cuya finalidad es mejorar la calidad del trabajo académico y científico, crear y fortalecer la cooperación y el aprovechamiento de recursos, posibilitando el libre flujo de información entre grupos sociales” (Godoy-Bonilla et al., 2013) (Gráfico 17).

⁸⁷ La aparición de sinergias en la gestión de conocimiento fue abordada en el Proyecto Meritum (Sánchez Muñoz et al., 1998-2003), cuyo principal objetivo fue aportar una base consistente para la medición y difusión de la información sobre intangibles, mejorando la toma de decisiones en el ámbito empresarial así como el diseño de políticas de ciencia, tecnología e innovación.

Esta red sinérgica en torno a los biocarburantes, establecería relaciones recíprocas directas con la administración pública (responsable de elaborar las políticas y de la gestión de los servicios públicos), la universidad (representante del ámbito educativo, formativo e investigador), las empresas (en este caso representadas por los sectores que se han identificado como directa o indirectamente favorecidos por los biocarburantes), y el entorno (integrado por instituciones no formales que ofrecen soporte técnico al proceso, relaciones comerciales y conocimiento tácito de las fuentes productivas relacionadas con el sector, al que habría que incorporar a los usuarios).

La gestión de la red se basa en la circulación del conocimiento a partir de cada uno de los elementos del sistema, mediante procesos organizativos y distributivos orientados a su utilización en aplicaciones específicas. El modelo sinérgico permitiría la divulgación de conocimiento relativo a las nuevas aplicaciones de cultivos o residuos orientadas a la fabricación de biocarburantes, permitiendo que los grupos investigadores compartan conocimiento en el desarrollo del sector de nuevas tecnologías (Godoy-Bonilla et al., 2013).

En el caso de la Comunidad de Madrid esta propuesta no se aleja de las posibilidades reales. Según la Estrategia Regional de Innovación de la CAM⁸⁸, entre las áreas temáticas que podrían haber sido seleccionadas para el Programa de Campus de Excelencia Internacional se cita el Campus Energía Inteligente (UA y URJC), y concretamente el área de bioenergía. Junto a esto, entre las tecnologías que aparecen en el documento como “muy prometedoras” se alude a la I+D en el aprovechamiento de los residuos para generar energía, biocombustibles y combustibles sintéticos, ante la necesidad de tender hacia la auto-eficiencia energética, dados los recursos limitados y el elevado precio de la energía y los combustibles.

Más adelante se analiza la aplicación concreta de este modelo al ámbito del sector biocarburantes en la Comunidad Autónoma de Madrid (ver epígrafe VI.2.2.4).

⁸⁸ Estrategia Regional de Investigación e Innovación para una Especialización Inteligente de la Comunidad de Madrid 2014-2020 (RIS3-CM) (Consejería de Economía y Hacienda, Consejería de Educación, Juventud y Deporte, Comunidad de Madrid).

V.7. Matriz DAFO de los biocarburantes en la CAM

El epígrafe III.3 recoge una relación de las ventajas e inconvenientes asociados al sector biocarburantes a nivel mundial. Así, entre ellas se destacan las relacionadas con la diversificación energética y el ahorro de emisiones, función del porcentaje de mezcla de los biocarburantes con los combustibles convencionales, y muy condicionadas por el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad de estos productos.

La capacidad de esta actividad para impulsar el empleo y dinamizar el sector agrícola está directamente relacionada con las políticas establecidas, especialmente en el caso de países en desarrollo, donde la protección de la economía y población locales debería estar garantizada. El efecto positivo sobre mercados derivados está vinculado al desarrollo del sector, siendo clave la aplicación de innovaciones y nuevas tecnologías.

Los aspectos negativos están igualmente asociados a las regulaciones vigentes. Así, el desarrollo de prácticas agrícolas ambientalmente sostenibles, la aplicación de medidas de protección a la población local, o la restricción de las políticas arancelarias reduciría la intensificación de los cultivos o los cambios de uso del suelo para ampliar la producción, y con ello la emisión de gases con efecto invernadero asociada al cambio de usos del suelo. En el caso de España, los continuos cambios normativos así como las desiguales condiciones de competencia favorecedoras de productos importados han influido en la pérdida de liderazgo registrada en los últimos años.

Por otra parte, se trata de un sector aún no competitivo respecto a los productos petrolíferos, por su menor presencia en el mercado y elevada sensibilidad a determinados factores, como el precio del petróleo o de las materias primas, por lo que requeriría un mayor apoyo financiero. Todo apunta a que la producción de biocarburantes avanzados reducirá visiblemente los inconvenientes y mejorará las ventajas asociadas al sector.

Muchos de estos aspectos se pueden identificar también en este epígrafe, que recoge los resultados regionales para elaborar una Matriz DAFO, que podría servir como diagnóstico previo al análisis del cuestionario sobre el sector biocarburantes de la Comunidad de Madrid (Tabla 12).

TABLA 12
MATRIZ DAFO DE SECTOR BIOCARBURANTES EN LA CAM

DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Escaso impulso a alternativas diesel en el transporte • Baja inversión en producción y consumo bios CAM • Utilización a la baja de biocarburantes en el transporte público CAM • No obligación de informar sobre mezcla garantizada en producción y consumo biocarburantes CAM. • Mejorable información a consumidores potenciales de biocarburantes • Escasa visibilidad y difusión de iniciativas relativas a biocarburantes en el ámbito CAM • Baja proporción de EESS dispensadoras de bios etiquetados CAM • Exceso de producción y capacidad instalada de biocarburantes en España respecto al consumo • Mejorable disponibilidad estadística del sector. 	<ul style="list-style-type: none"> • Crisis económica, que reduce la capacidad inversora post-2020 • Frecuentes cambios normativos relativos a las energías renovables, que provocan inseguridad jurídica y desincentivan al sector; • Aumento en la tributación de biocarburantes, que disuade el uso y repercute en subida precios de combustibles convencionales • Escasa diversificación mix energía transporte CAM • Escasa generación de renovables en la CAM • Insuficiente coordinación políticas autonómica y municipal de renovables en la CAM • Elevado precio de los carburantes • Eliminación de ayudas a EERR, que actúa en detrimento de la generación de renovables, y puede provocar penalizaciones por incumplimiento normativa europea. • Excesivo apoyo a los combustibles fósiles o alternativas no renovables (GN) en la CAM.
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento en 2013 de medidas <i>antidumping</i> en España sobre importaciones de biodiesel • Elevado consumo de carburantes convencionales y biocarburantes en la CAM. • Elevado potencial de generación de biocarburantes a partir de cultivos agroenergéticos, mejora genética cultivos existentes y búsqueda de nuevos cultivos. • Disponibilidad de superficie para aumento producción agroenergética en la CAM • Disponibilidad de remanente residuos agroforestales para su utilización en la CAM • Disponibilidad de biorresiduos para su reutilización en la CAM • Presencia de red integrada de almacenamiento y mezcla de biocarburantes en la CAM • Posible red sinérgica entre biocarburantes y otros sectores en el ámbito regional (transporte, hidrocarburos, agrícola, residuos); • Experiencia en campañas de recogida y reutilización de aceites usados en la CAM 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado PIB per cápita y capacidad tecnológica en la CAM. • Elevada capacidad I+D en la CAM. • Adecuada estructura en red urbana policéntrica • Cumplimiento normativo sobre diversificación energética y reducción dependencia energética • Necesidad de impulsar el uso de combustibles limpios, y mejorar reparto modal del transporte, • Importante consumo energético en la CAM • Gran parque de vehículos en la CAM • Necesidad de optimizar el aprovechamiento de residuos de origen municipal o agroforestal • Necesidad de cumplir criterios de sostenibilidad biocarburantes • Necesidad de reducir emisiones CO₂ derivadas del transporte carretera CAM • Posibilidad de estimular uso bios en flotas cautivas CAM • Colaboración en investigación internacional para impulso producción de biocarburantes avanzados en la CAM

Fuente: elaboración propia.

La Matriz DAFO recoge aspectos interesantes en detrimento y a favor del sector biocarburantes en el ámbito de la Comunidad de Madrid.

La crisis económica representa uno de los principales aspectos a considerar entre las AMENAZAS al desarrollo del sector, junto a los continuos cambios regulatorios que afectan a las renovables y repercuten en el ámbito autonómico, lo que se ve agravado por la insuficiente coordinación entre las políticas autonómica y local en este ámbito, pudiendo provocar incertidumbre y desánimo entre los inversores. A ello hay que añadir la eliminación de ayudas a las energías renovables⁸⁹, o la elevada tributación de los biocarburantes en España, que disuade de su utilización pudiendo incidir en la subida de precios de los carburantes convencionales registrada concretamente en la Comunidad de Madrid. La escasa diversificación energética en el sector transporte regional, así como la baja cuota de generación de renovables actúan en el mismo sentido. En todo caso, el apoyo percibido a los combustibles fósiles o a alternativas no renovables (como el gas natural) en el ámbito regional, determina una senda no exenta de dificultades.

El escaso impulso a alternativas diésel para el transporte representa una de las mayores DEBILIDADES a la hora de procurar un mayor protagonismo de los biocarburantes. Se trata de un sector respecto al que esta región manifiesta cierta falta de interés institucional a la vista de la débil inversión en producción y consumo, la reducción de su utilización en el transporte público de la CAM, la no obligación de informar al usuario sobre mezclas garantizadas en el consumo de biocarburantes, o la ausencia de difusión de las iniciativas. Por otra parte, en el desarrollo del trabajo se ha detectado una importante deficiencia en términos de disponibilidad estadística de ámbito regional, relativa tanto a parámetros directamente relacionados con el sector biocarburantes como a otros entre los que destacan la generación y gestión de los residuos municipales. El exceso de producción y capacidad instalada en el territorio nacional representa otro factor condicionante del impulso de su producción en la región.

Junto a lo anterior se aprecian algunas circunstancias aprovechables como FORTALEZAS, como el establecimiento en 2013 de medidas *antidumping* sobre las importaciones de biodiesel producido en Argentina e Indonesia, que han favorecido el impulso de la producción nacional. El elevado consumo energético registrado en el sector transportes de la CAM hace conveniente aprovechar el potencial existente para la generación de biocarburantes a partir de cultivos agroenergéticos o de residuos agroforestales y municipales, y justifica la reactivación de la industria autonómica. Por

⁸⁹ En aplicación del Real Decreto-Ley 1/2012, que procede a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.

otra parte, una potencial red sinérgica en torno al sector, establecería relaciones recíprocas directas con la administración pública, la universidad, las empresas, y el entorno regional de la Comunidad de Madrid, apoyada en la presencia de una red integrada de almacenamiento, mezcla y distribución de estos productos en el ámbito regional. No es desdeñable la experiencia acumulada en campañas de recogida de aceites usados para relanzar su aprovechamiento a este fin.

Finalmente hay que hablar de las OPORTUNIDADES al desarrollo del sector, representadas en primer lugar por el elevado PIB per cápita y capacidad tecnológica y de I+D que caracterizan a la Comunidad de Madrid, así como una estructura urbana en red policéntrica que ubica la actividad innovadora en parques tecnológicos y científicos. A este respecto, la Región Metropolitana Policéntrica de Madrid establece relaciones directas con otras generadoras de energía renovable (ver epígrafe V.5), desde las que podría impulsarse el aprovisionamiento de energía limpia, dado el elevado potencial de consumo en la región. Por otra parte, la necesidad de satisfacer el cumplimiento de la normativa nacional e internacional relativa a la diversificación de fuentes de energía y generación de renovables, así como la de reducir la dependencia energética, hacen imprescindible la incorporación de renovables en el transporte, y por ende el impulso de medidas de apoyo a la utilización de biocarburantes. Entre las obligaciones normativas se encuentra la de cumplir criterios de sostenibilidad, que se incluye entre las oportunidades como aliciente al desarrollo local del sector, ante la conveniencia de disminuir la importación de materias primas y con ello los impactos asociados al cambio de usos del suelo en terceros países. A lo anterior se une la urgencia por reducir el nivel de emisiones CO₂ correspondiente al sector transportes.

A partir de los aspectos contemplados en las categorías DAFO, resultaría interesante Corregir las debilidades, Afrontar las amenazas, Mantener las fortalezas y Explorar las oportunidades, lo que constituye un estudio complementario al DAFO (análisis CAME, Weihrich, 1982), para el que sería preciso asociar determinadas acciones a cada ítem en una matriz que combine las diferentes categorías, y diseñar estrategias de actuación, lo que excede el objetivo de esta tesis, que pretende poner de manifiesto la coyuntura y potencial de la Comunidad de Madrid para potenciar el sector biocarburantes.

En todo caso, los incluidos entre las Fortalezas y Oportunidades pueden considerarse factores justificativos del impulso del sector biocarburantes en el ámbito regional, así como de la utilización de materias primas de origen nacional o local para su producción, lo que debería ir alineado con medidas en apoyo del sector. Así pues, resulta necesario y factible potenciar las oportunidades abiertas para la Comunidad de Madrid respecto a las energías renovables en general, y a los biocarburantes en particular.

V.8. Recapitulación

La demanda energética de la Comunidad de Madrid ha pasado de representar el 10,3% en 2000 al 11,5% en 2013 sobre los respectivos consumos nacionales de energía. En su estructura, los productos petrolíferos y el gas natural son importados en su totalidad, mientras la electricidad se genera en el ámbito regional en un 8,4%.

Es decir, su nivel de autosuficiencia energética es muy escaso: mientras España genera el 29% de la energía primaria que consume, en la Comunidad de Madrid esta tasa se reduce al 2%, necesitando importar la mayor parte de la energía para cubrir la demanda. En la distribución de la energía generada la biomasa alcanzó el 56%, la derivada de residuos un 21,2%, la solar térmica e hidráulica el 9% respectivamente, la fotovoltaica el 4,7%, y no hay registros de producción de biocarburantes en 2013. Pese al aumento de generación energética entre 2000 y 2013, ese año las renovables no alcanzaron los objetivos establecidos por la Estrategia Energética de la CAM para 2012, a excepción de la hidráulica y la solar térmica.

Respecto al sector transporte en la CAM, en 2013 fue responsable del 49,6% del consumo final de energía (frente al 39,4% de media nacional), propulsándose en un 96,6% con derivados del petróleo, lo que provocó un aumento de emisiones GEI respecto a 1990, que en 2013 alcanzaron el 44,5% sobre el total regional de emisiones, aumentando su contribución sobre el total nacional al 7%, mientras otros sectores, como las industrias manufactureras o la construcción, reducían su cuota en ese periodo. No obstante, la regulación normativa en la CAM en lo que afecta a las energías renovables es escasa y poco actualizada, especialmente en relación a los biocarburantes, cuyo consumo apenas superó las 2.000 toneladas en 2013 (en su mayor parte biodiesel), habiendo experimentado una caída respecto a 2012 de más del 90%.

Así pues, se trata de una región cuyo producto interior bruto era en 2013 el segundo mayor de España, en coherencia con su elevado consumo energético, el gran parque de vehículos y la densidad de red de carreteras respecto a la superficie autonómica, pero incongruente con la escasa capacidad para generar energía en el ámbito territorial. Se registra además una elevada cuota de consumo anual de carburantes convencionales respecto al total nacional (casi el 15% en gasolinas y el 13% en gasóleos). La desfavorable posición energética de la CAM ha influido en su elección para el trabajo de tesis.

Para detectar si esta situación genera un aislamiento respecto al resto de Comunidades Autónomas desde el punto de vista de la energía aplicada al sector transportes (incluidos los biocarburantes), se ha realizado un contraste interautonómico de algunas variables. A partir de un análisis de componentes principales, se han obtenido tres factores que

explican casi el 80% de la varianza total y simplifican el análisis, y han dado lugar a tres índices (de biocarburantes, de carburantes convencionales, y de energía renovable), utilizados en el planteamiento de un análisis *clúster*, según el cual la Comunidad de Madrid se agrupa junto a Navarra y País Vasco para dichos factores.

En este *clúster*, tanto el parque de vehículos diésel como el consumo de carburantes son elevados para la Comunidad de Madrid, si bien ni la generación de renovables ni la capacidad para producir biodiesel son significativas, lo que probablemente está relacionado con el hecho de que, a diferencia de la CAM, las otras dos regiones, con mejores resultados en ambos casos, han establecido medidas de impulso al sector biocarburantes, lo que sugiere que ambos factores son susceptibles de potenciarse en la CAM.

En la búsqueda de potencial para la generación local de biocarburantes en la CAM, la producción agroenergética representa una alternativa interesante, pudiendo aprovechar las parcelas de cultivo disponibles a este fin, lo que contribuiría a dinamizar la actividad agrícola madrileña. Además, podría destinarse a este objetivo la biomasa procedente de residuos agroforestales no utilizada para otros fines, así como el excedente de la fracción orgánica de los residuos municipales, incluyendo los aceites de cocina usados. Según un cálculo basado en estimaciones de rendimientos de cultivos energéticos y en la generación y gestión de residuos agrícolas y municipales, en 2013 se podía haber alcanzado una producción de biocarburantes de 204,3 Ktep, cantidad muy superior al consumo registrado ese año, que para el total de biocarburantes alcanzó las 1,8 Ktep. De hecho, aunque solamente se computara el biodiesel obtenido a partir de aceite vegetal usado (7,31 Ktep), esta producción cubriría el consumo de biodiesel (1,71 Ktep).

Esta información ha permitido establecer una Matriz DAFO para el sector biocarburantes en la CAM que refleja la existencia de debilidades y amenazas en los ámbitos energético y del transporte, pero también de fortalezas en el sector biocarburantes regional, identificándose algunas oportunidades abiertas en relación tanto a las energías renovables en general como de los biocarburantes en particular. Se trata de un sector cuya evolución hacia biocarburantes avanzados refleja una fuerte dependencia de la actividad I+D, en la que los organismos de investigación y centros tecnológicos conforman una parte esencial del Sistema Regional de Innovación, y para cuyo adecuado funcionamiento resultan clave las relaciones cooperativas institucionales. Se plantea en este punto la existencia de sinergias positivas de los biocarburantes respecto a otros sectores económicos de la CAM, como el transporte (donde aporta ventajas técnicas y puede contribuir a estabilizar el precio de los carburantes al reducir la dependencia energética de los fósiles); los hidrocarburos (que

manifiesta interés en el ámbito de la investigación, producción y distribución de biocarburantes); la agroenergética (al diversificar la ocupación e ingresos del sector agrario); el sector residuos (al reducir la fracción destinada a vertedero); y otros beneficios socio-ambientales vía ahorro de energía o reducción de emisiones, así como ante la posibilidad de reactivar el empleo directo e indirecto.

La constatación de la existencia de un potencial para mejorar la posición del sector biocarburantes en la Comunidad de Madrid, así como de su capacidad para generar sinergias intersectoriales, ha llevado a analizar las posiciones de algunos agentes económicos y sociales directa o indirectamente relacionados con el sector de los biocarburantes, para buscar puntos de encuentro o discrepancias respecto al posible impulso del sector en la región, así como para identificar las barreras a su desarrollo local, y contrastar las conclusiones alcanzadas hasta aquí.

VI. APLICACIÓN DEL MÉTODO DELPHI AL SECTOR BIOCARBURANTES EN LA CAM

Este capítulo aborda un análisis empírico a partir de la opinión de agentes sociales de distintos sectores socioeconómicos, para lo que se recogen y analizan los resultados de un cuestionario aplicando el Método Delphi a las respuestas recabadas.

El análisis permite constatar, por un lado, el peso de las opiniones favorables al desarrollo del sector, y por otro, la existencia de la relación sinérgica intersectorial esbozada previamente (epígrafe V.6.2). Se pretende así confrontar y completar los anteriores resultados.

VI.1. Objeto de estudio y grupos de interés participantes

Según la información estadística disponible, los biocarburantes hacen su aparición en la CAM en 2007, registran un fuerte aumento hasta diciembre de 2010, se mantienen hasta diciembre de 2012, y a partir de aquí experimentan una importante caída hasta su práctica desaparición a finales de 2013 (Gráfico 15) (CNMC, 2016).

Aunque da idea de la situación del sector, se trata de una información insuficiente para realizar un seguimiento que permita extraer conclusiones de su evolución y comportamiento, o analizar otros parámetros relacionados con su producción y consumo en el ámbito autonómico. Así pues, resulta conveniente contextualizar la información correspondiente a la Comunidad de Madrid, de forma que la aportación de otros datos ayude a interpretar la evolución reciente y situación actual de este sector en la región.

Por este motivo se ha optado por acudir a una metodología complementaria, en este caso el análisis de la opinión de distintos agentes sociales en relación a los biocarburantes, lo que ha permitido alcanzar algunas conclusiones y confrontar los resultados del análisis previo. Este análisis aborda el tratamiento estadístico de las respuestas a un cuestionario que recoge aspectos relacionados con las políticas y regulación, situación del mercado, identificación de barreras a la producción y uso, así como las expectativas del sector en el ámbito territorial. Es decir, contrasta la opinión desde diferentes sectores respecto a las amenazas y oportunidades del uso de biocarburantes en la CAM, las opciones de producción de los biocarburantes y la posibilidad de potenciar su uso.

Para ello se ha aplicado el Método Delphi a una muestra pequeña pero representativa de los grupos de interés en el sector para completar el estudio teórico relativo al potencial del sector biocarburantes en la Comunidad de Madrid.

VI.1.1. Stakeholder o agentes contemplados en el estudio

Las posiciones de los agentes que han participado en la encuesta realizada en esta tesis están por lo general definidas a priori. En este trabajo, se ha revisado la documentación disponible a partir de la cual se ha considerado a los productores de biocarburantes, organismos investigadores y académicos y sector privado representante de los sectores energías renovables e hidrocarburos como defensores de la producción y uso de biocarburantes (“a favor”), con las necesarias garantías en torno a su sostenibilidad.

En el grupo de las empresas públicas, algunas se manifiestan más a favor que otras, en las que se ha detectado un cambio progresivo de posición al respecto (“hacia un menor apoyo”). Por su parte, las organizaciones no gubernamentales de protección ambiental, los representantes de ganaderos y agricultores, o la confederación de consumidores y usuarios, condicionan su apoyo al estricto cumplimiento de requisitos de sostenibilidad (“condicionadas”).

A la hora de interpretar las posiciones, se han tenido en cuenta, por un lado, los intereses propios de cada sector, más relacionados con oportunidades de inversión o de desarrollo tecnológico en el grupo a favor, y con la protección ambiental entre los incluidos en el grupo de posiciones condicionadas. Respecto al sector público, se identifican dos posiciones diferenciadas: por un lado, la de aquellos organismos más próximos a la mejora de la eficiencia energética y el desarrollo de programas de energía renovable, más favorables al sector; por otro, la que corresponde a aquellos sometidos en su actividad al cumplimiento estricto de la regulación medioambiental vigente en cada momento, cuestión que puede modificar los criterios para apostar por una u otra tecnología.

Al mismo tiempo no hay que olvidar que mientras los sectores más favorables al sector establecen en su actividad criterios temporales cortoplacistas, los más reticentes suelen regirse por consideraciones de medio o largo plazo.

Así pues, tanto el nivel de implicación como el tratamiento del tema por parte de cada agente son diferentes, si bien todos ellos se han considerado necesarios en el estudio, al tratarse de los sectores socioeconómicos más representativos de la CA de Madrid.

Este apartado ofrece, a partir de la información ofrecida en el Anexo 6 (Recuadro 4), un resumen de dichas posiciones, agrupadas en esta investigación según el apoyo alcanzado (a favor, hacia un menor apoyo y condicionadas), para posteriormente ponerlas en relación con los resultados obtenidos en el análisis de la encuesta.

POSICIONES A FAVOR

SECTOR PRIVADO

Este sector en general considera a los biocarburantes como la principal alternativa renovable a los carburantes fósiles en el transporte, por lo que apoya el establecimiento de obligaciones de consumo de biocarburantes crecientes para alcanzar el objetivo de energía renovable en el transporte (10% en 2020), manifestándose contra la desaparición de objetivos nacionales separados para bioetanol y biodiesel, que en su opinión podría ir en detrimento de alcanzar el objetivo global. Es decir, este objetivo de mezcla establecido en España, común para etanol y el biodiesel, podría agravar la descompensación que existe entre ambos combustibles, puesto que el mercado español es excedentario en gasolina y deficitario en diésel, encareciendo el producto final.

Defiende que no existe base científica para fijar techo a los biocarburantes convencionales, en relación con su posible efecto sobre el precio de los alimentos o sobre las emisiones de gases invernadero. En este sentido, no comparten la obligación establecida a los suministradores de carburantes de incluir valores estimados de emisión relacionados con el cambio indirecto de uso de la tierra, pese a que el 1 de enero de 2016 finalizó el periodo de carencia para la aplicación de criterios de sostenibilidad de los biocarburantes y biolíquidos (Resolución 29/04/2015), al objeto de proteger las tierras de elevado valor en cuanto a biodiversidad o con elevadas reservas de carbono.

Este sector estima que, bajo el actual esquema, el consumo de biocarburantes no redundará en una menor dependencia energética debido a su origen mayoritariamente importado desde terceros países. Además, continúa siendo residual, alcanzando en media un 4% sobre el consumo total de energía final en el transporte por carretera.

Respecto a la situación que atraviesa actualmente el sector, en su opinión la disminución del consumo de gasolinas y la progresiva reducción de objetivos han incidido en la caída de consumo de biocarburantes en España. Así, la principal restricción a la mezcla en España estaría provocada por la regulación sobre gasolina de protección E5 (máximo 5% vol. etanol y 2,7% masa oxígeno), que ha obligado a ofrecerla en todas las estaciones de servicio hasta el 31 de diciembre de 2016, impidiendo el desarrollo de la gasolina E10 (max 10% en volumen de etanol, y 3,7 masa oxígeno).

Actualmente, mientras los operadores petrolíferos mantienen el esfuerzo de cumplimiento de los objetivos de incorporación de biocarburantes pese a la dificultad asociada a la variabilidad regulatoria, la industria automovilística manifiesta reticencias al uso de porcentajes mayores del 10% en el caso de bioetanol, y del 7% en el de biodiesel, ya que no son aptas para los motores actualmente fabricados.

La alternativa para aumentar la incorporación de biocarburantes pasa por el desarrollo de especificaciones técnicas para mezclas etiquetadas, y establecer una obligación de comercialización de las mismas en estaciones de servicio (E85, B10, B30, B100) (PER 2011-2020), siendo para ello necesario establecer ayudas o incentivos a la fabricación, compra y utilización de vehículos que puedan utilizar dichas presentaciones. En este sentido es fundamental el apoyo de las administraciones públicas, ya que sus costes de producción pueden ser de dos a cuatro veces superiores a los de los productos petrolíferos, por lo que necesitan de incentivos económicos para asegurar su viabilidad comercial.

Pese a su postura favorable, este sector reconoce un exceso de centrales de producción y de capacidad de biocarburantes en España. Por otra parte, y respecto a la producción local, no consideran que ésta sea necesariamente una garantía de sostenibilidad.

SECTOR ACADÉMICO-INVESTIGADOR

Este sector admite una producción mundial de biocarburantes fundamentalmente basada en tecnologías de primera generación, que utilizan como materia prima biomásas azucaradas o granos de cereal, para producir etanol, y semillas oleaginosas como soja, colza o palma para producir biodiesel, cuyos costes están regidos por los precios alimentarios.

En base a sus propios análisis sobre el ciclo de vida de los biocarburantes, el sector académico-investigador defiende que el uso de biodiesel es la única alternativa viable para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por el transporte, si bien su uso aumenta el consumo de energía primaria, especialmente durante las etapas de cultivo y de fabricación, proponiendo respectivamente reducir el consumo de fertilizantes e implantar sistemas de cogeneración basados en fuentes de energía renovable, al objeto de aumentar la eficiencia energética. Defiende así la necesidad de promover nuevos tipos de producción agraria que fomenten el desarrollo rural sostenible en España y permitan sustituir las actuales fuentes de energía fósil por energías renovables.

Respecto a los problemas que atraviesa el uso de biocarburantes, considera que son en buena parte de tipo técnico al estar sometidos a una limitación en los motores de los vehículos, que sólo admiten determinadas mezclas sin necesidad de modificaciones. Otros estarían relacionados con el transporte de estos productos, que se realiza por carretera al no poder compartir los oleoductos utilizados por carburantes convencionales, ya que pueden alterar su calidad. En tercer lugar, es preciso resolver la controversia generada respecto al posible efecto sobre la deforestación y el encarecimiento de los alimentos, cuestión que parece haber empezado a afrontarse

mediante la aplicación de las medidas orientadas a la sostenibilidad de los biocarburantes. Respecto a la contaminación atmosférica asociada a su uso, considera que las partículas que emite la combustión de motores diésel se producen en menor cantidad en vehículos que utilizan biodiesel, si bien aumenta la emisión de otros contaminantes, como óxidos de nitrógeno.

En todo caso, se admite la necesidad de seguir optimizando los procesos de transformación para conseguir mayores rendimientos y mejorar la calidad de los coproductos. En este sentido, defiende el desarrollo de tecnologías de segunda o tercera generación, que utilizan biomasa lignocelulósica y microalgas respectivamente, como la opción más prometedora para mejorar la competitividad económica, social y medioambiental de estos productos. Así, desde este sector se apuesta por la valorización de los residuos lignocelulósicos para generar etanol, o por la producción de biodiesel a partir de microalgas, al considerar que se trata de las áreas en las que la biotecnología industrial puede hacer avanzar el desarrollo comercial de estos productos.

Por otra parte, reconoce que el número de proveedores de biocarburantes es elevado respecto a una capacidad productiva relativamente baja, lo que configura un mercado heterogéneo.

En su opinión el escaso progreso del sector obedece a falta de regulación, más que a la falta de voluntad política de estímulo. Además, desde su punto de vista, para estandarizar su uso los gobiernos deberían estimular la demanda hasta que el volumen de producción aumente lo suficiente para compensar el mayor coste de estos carburantes respecto a los combustibles convencionales, más aún en un escenario de precios de productos petrolíferos a la baja.

Finalmente, considera que el transporte aéreo es un sector de importancia en la utilización de biocarburantes, al representar aproximadamente un 4% de todos los efectos antropogénicos sobre el cambio climático.

SECTOR PÚBLICO

La posición de este sector parece encontrarse dividida entre aquellos agentes que se postulan a favor de su utilización y los que han modificado su previa postura de apoyo.

Los primeros consideran a los biocarburantes como la alternativa más viable a los combustibles derivados del petróleo, y prácticamente la única, ya que otras, como la electricidad aplicada al transporte, se restringen al uso urbano y periurbano, siendo incompatible con el transporte de carga. Destacan entre sus mayores ventajas la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera desde el sector transporte, ya que consideran que no existe un claro consenso científico respecto al riesgo de provocar

emisiones indirectas de gases de efecto invernadero por cambio de uso de la tierra, ni está demostrado que estos productos tengan un peso excesivo sobre el precio de los alimentos.

Defienden el interés de estimular la producción de biocarburantes en España, si bien admiten que actualmente sobra capacidad productiva, por lo que debería impulsarse simultáneamente su consumo o demanda. En el caso concreto de la CA de Madrid, en su opinión sería necesario impulsar la demanda, lo que depende indirectamente de una política de incentivos, debiendo considerarse la conveniencia de restablecer la exención impositiva de algunas mezclas etiquetadas.

Respecto a los criterios de sostenibilidad, este sector entiende que el retraso de su aplicación en España (periodo transitorio de carencia para la verificación de los criterios de sostenibilidad) obedece a que podría provocar incertidumbre sobre los productores, al existir 17 esquemas diferentes voluntarios de sostenibilidad, y generar costes extra a unos productores que si no cumplen no venden el producto.

En relación a las alternativas de fabricación de biocarburantes avanzados, considera que hay disponibilidad de residuos lignocelulósicos, mientras la utilización de algas aún es una opción a más largo plazo. En todo caso, entiende que es necesario adaptarse al parque de vehículos existente en España, mayoritariamente diésel, por lo que el impulso al bioetanol es poco efectivo en el corto plazo.

POSICIONES HACIA UN MENOR APOYO

SECTOR PÚBLICO

El Ayuntamiento de Madrid persigue alcanzar en 2020, en términos de protección de la atmósfera y ahorro energético, una reducción superior al 35% de emisiones de gases con efecto invernadero y del 20% en intensidad energética respecto a 2005; generar localmente el 10% de la energía consumida en el sector residencial, y desarrollar una infraestructura de suministro de combustibles alternativos y recarga eléctrica para el transporte.

Tras años de apuesta por los biocarburantes como herramienta para alcanzar una movilidad sostenible, este impulso empezó a reducirse a partir de 2012 y actualmente ya no aparece entre los objetivos municipales a 2020. De hecho, según el Ayuntamiento, el 51% de los vehículos de transporte público que cubran el servicio en la denominada “Zona de Bajas Emisiones” cumplen ese criterio en la actualidad, si bien se persigue que el 100% lleven filtro de partículas (en cumplimiento de la normativa no inferior a Euro V), o bien sean eléctricos o de gas natural comprimido (GNC), porque, a su parecer, esta es actualmente la alternativa más competitiva y limpia al gasóleo

convencional. El resto de vehículos deberán ajustarse a la normativa Euro V, o incorporar un filtro de partículas y catalizador.

La necesidad de cumplir con los criterios de mejora de calidad del aire establecidos por el Ayuntamiento de Madrid, y la descoordinación institucional que sufre el sector (por un lado el Ministerio de Medio Ambiente impulsa el uso de biocarburantes y por otro lado el Ministerio de Hacienda eleva la tasa impositiva de los mismos), podrían estar detrás de esta variación respecto a los biocarburantes.

POSICIONES CONDICIONADAS

ORGANIZACIONES REPRESENTATIVAS DE CONSUMIDORES Y S. PRIMARIO

Este sector considera que los biocarburantes tienen impactos negativos sobre el cambio climático, la seguridad alimentaria y el acceso a recursos fundamentales, como el agua o la tierra.

Por otra parte, en su opinión, la capacidad de los biocarburantes para sustituir a los combustibles fósiles es limitada, por lo que su producción no es muy rentable. Además, considera que el aumento de producción de etanol puede competir con la demanda de alimentos destinados a la cabaña ganadera, y el de biodiesel con los destinados a alimentación humana, riesgo que se vería intensificado con una subida de los precios del petróleo, que provocaría un aumento en la demanda de biocarburantes. A este respecto, no comparten el establecimiento de ayudas a los cultivos energéticos, ya que impulsan a los productores de cereal a destinar sus cosechas a la producción de bioenergía en lugar de a la alimentación.

Así pues, considera que deberían limitarse los biocarburantes de primera generación, para evitar su competencia con cultivos destinados a alimentación, contabilizar las emisiones derivadas de cambios indirectos en los usos del suelo, y fomentar la producción de biocarburantes avanzados. Por todo ello, se opone al establecimiento de un límite en el uso de agrocarburos de primera generación, hasta el 7% del consumo final en transporte en 2020 en los Estados miembros (Directiva (UE) 2015/1513).

ORGANIZACIONES SIN ÁNIMO DE LUCRO

Este sector en general no comparte la denominación “biocarburantes” al considerar que no siempre se trata de producciones conformes a criterios sostenibles asociados al término “bio”, pudiendo llevar a confusión, por lo que prefieren referirse a ellos como “agrocarburos”.

En su opinión la mayor parte de los biocarburantes producidos actualmente generan graves impactos ambientales negativos, mientras su aportación a la reducción de

emisiones GEI es cuestionable, por lo que creen que únicamente debería impulsarse la utilización de biocarburantes que garanticen el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad.

Considera que la mezcla obligatoria de un porcentaje de agrocarburos con gasolinas y gasóleos convencionales legitima su uso en vehículo privado bajo una imagen “ecológica”, por lo que más bien defienden un uso confinado, orientado a flotas de autobuses o maquinaria agrícola.

En su opinión estos productos son responsables de importantes emisiones de gases con efecto invernadero originados por el denominado cambio indirecto de uso del suelo, lo que cuestiona su capacidad para reducir los GEI en España (reducción que la CNMC establece en un 40%).

Consideran que los impuestos sobre biocarburantes deberían ser mayores para desincentivar su uso en el transporte privado, y en todo caso, producirse bajo estrictos criterios medioambientales para que la reducción de la contaminación derivada de su uso sea efectiva respecto al uso de carburantes convencionales.

Opina que la importación de materias primas de origen agrícola para producir agrocarburos no debería considerarse una opción, al suponer una amenaza para el medio ambiente, la seguridad alimentaria y los derechos humanos en terceros países.

Defiende el impulso a la producción nacional únicamente en el caso de utilizar materia prima local, que no compita con otro uso de suelo y no provoque impactos relacionados con el cambio indirecto del uso de la tierra. En todo caso, considera que los terrenos en barbecho no son adecuados para este uso, puesto que el periodo de descanso es fundamental para rentabilizar las cosechas.

Considera interesante potenciar la producción de biocarburantes a partir del reciclado de aceite vegetal, aunque no así el reciclado de residuos municipales, ya que la separación en origen es incompleta y esto puede ocasionar la presencia de sustancias peligrosas que dificulte su posterior utilización.

Se confiesa en desacuerdo con la posibilidad de implantar una biorrefinería en la CAM, porque probablemente importaría la materia prima para ahorrar costes; únicamente contemplarían esa opción en el caso de producir biocarburantes exclusivamente a partir de aceites usados y biomasa residual.

VI.2. Cuestionario y análisis de respuestas

Este apartado estudia los resultados obtenidos a partir del análisis de la opinión de agentes sociales relacionados con el sector biocarburantes desde los principales ámbitos de la economía regional, mediante la realización de un cuestionario y el análisis estadístico de las respuestas, ante la ya mencionada insuficiencia de información estadística para analizar en profundidad y con el rigor suficiente la evolución, situación actual y perspectivas del sector en la CAM.

Estos resultados, junto al análisis regional y las conclusiones extraídas del cálculo estimativo del potencial de generación de biocarburantes en la Comunidad de Madrid, se utilizarán para la elaboración final de conclusiones.

VI.2.1. Descripción de la muestra

Los organismos participantes en la elaboración de este análisis pertenecen a los siguientes sectores:

- Empresa privada (sector privado en el desarrollo de esta actividad),
- Académico-investigador (realiza previsiones para la elaboración de planes y programas, investiga y pone a disposición los resultados de la investigación para optimizar el desarrollo del sector),
- Administración-Empresa pública (elabora las políticas y gestiona el sector en el ámbito público),
- Organizaciones representativas de consumidores y agricultores (traslada el sentir de la situación de los biocarburantes en ambos grupos, fundamentales en su desarrollo),
- Organizaciones No Gubernamentales (ONG) (representan la defensa del medio ambiente y el desarrollo sostenible, manifiestan las carencias y riesgos del actual planteamiento en el sector).

La muestra está compuesta por cuatro organismos representantes del sector público, tres para representar el sector empresa privada, cuatro en el sector académico-investigador, dos para las organizaciones representantes de consumidores y usuarios y productores agrícolas, y tres para las ONG. En total 16 organismos representativos del objeto de estudio, que suponen el 39% de los inicialmente contactados (ver Anexo 6, Tabla 35).

Pese al reducido tamaño muestral, que podría considerarse una debilidad del análisis, el número de participantes se ha considerado representativo de todos los ámbitos que se pretendía analizar (Tabla 13).

TABLA 13

ORGANISMOS PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACIÓN

STAKEHOLDER	SECTORES
AEESCAM (Asociación empresarios estaciones de servicio Comunidad de Madrid)	EMPRESA PRIVADA
APPA (Asociación productores renovables)	
REPSOL	
CIEMAT-IMDEA (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)	ACADÉMICO- INVESTIGADOR
IMIDRA (Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario)	
INSIA-UPM (Instituto universitario de investigación del automóvil, Universidad Politécnica de Madrid)	
Universidad Europea, Escuela Politécnica, Departamento Ingeniería Industrial	
AGMAyM (Área de Medio Ambiente y Movilidad Ayuntamiento de Madrid)	ADMINISTRACIÓN- EMPRESA PUBLICA
CRTM (Consortio regional de transportes de Madrid)	
EMT (Empresa municipal de transportes)	
IDAE (Instituto para diversificación y ahorro de energía ⁹⁰)	
CECUMadrid (Confederación de consumidores y usuarios de Madrid)	ORGANIZACIONES REPRESENTATIVAS DE CONSUMIDORES Y AGRICULTORES
COAG (Coordinadora organizaciones agricultores y ganaderos)	
Amigos de la Tierra	ONG
Ecologistas en Acción	
Green Peace	

Nota: el listado de todos los organismos inicialmente contactados se incluye en el Anexo 6, Tabla 35. Para ampliar información de los organismos participantes ver Anexo 6, Tabla 36.

Fuente: elaboración propia.

⁹⁰ Adscrito al Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

VI.2.2. Análisis del cuestionario: “Oportunidades locales para el desarrollo endógeno de los biocarburantes en la C.A. de Madrid”

VI.2.2.1. Descripción del Cuestionario

El cuestionario consta de 110 preguntas clasificadas en cinco apartados: nueve generales, nueve de ámbito político, nueve de ámbito económico, siete de ámbito medioambiental y ocho de ámbito tecnológico (en ocasiones subdivididas en varias subpreguntas) (ver Anexo 6, Cuestionario 1 y Tabla 37).

Estas preguntas se han acompañado, siempre que ha sido posible y se ha considerado necesario, de un breve argumento con la información técnica o normativa necesaria para responder a las cuestiones, y de la que no necesariamente se dispone en el momento de la entrevista. Se trata de una información objetiva que no pretende condicionar las respuestas, y que complementa un cuestionario no exento en ocasiones de dificultad, que no trata de medir el nivel de conocimiento del entrevistado sino su posición respecto a los ámbitos recogidos.

La entrega de cuestionario y recepción de resultados (primera ronda) tuvo lugar entre junio de 2014 y mayo de 2015. La segunda ronda se realizó en agosto de 2015, sin que hayan variado sustancialmente los resultados recogidos en la primera, lo que por un lado manifiesta estabilidad en las posiciones, y por otro no consigue reducir el espacio intercuartilico o distancia entre la opinión de cada experto y la del conjunto.

Las respuestas se ajustan en todos los casos a una escala Likert entre 1 y 5 (de menor a mayor valoración), incluyendo siempre una casilla de “no sabe/no contesta”, cuya marcación ha dado lugar a los denominados “valores perdidos” en el análisis (ver epígrafe VI.2.3.1). Las opciones concretas de respuesta corresponden a los valores indicados a continuación (Tabla 14):

TABLA 14
CATEGORÍAS LIKERT

1	2	3	4	5
Irrelevante	Poco importante	Importante	Muy importante	Decisivo
Inconveniente	Poco conveniente	Moderadamente conveniente	Conveniente	Muy conveniente
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Moderadamente de acuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Innecesario	Poco necesario	Moderadamente necesario	Necesario	Muy necesario
Ningún impacto	Poco impacto	Impacto moderado	Bastante impacto	Mucho impacto
Nada efectivo	Poco efectivo	Moderadamente efectivo	Bastante efectivo	Muy efectivo
Sin interés	Poco interés	Interés moderado	Bastante interés	Mucho interés

Fuente: elaboración propia a partir de la Escala Likert (Likert, R. 1932).

Las preguntas planteadas abordan aspectos relativos los biocarburantes en España y en la Comunidad Autónoma de Madrid, su coyuntura y marco político, pero también hace alusión a los problemas que genera el sector transportes sobre el medio ambiente, y el papel que juegan los biocarburantes a ese respecto. Finalmente, se dedica un ámbito a las posibilidades que ofrece el desarrollo tecnológico para impulsar y mejorar la producción y uso de los biocarburantes en el ámbito de la CAM.

VI.2.2.2. Análisis estadístico del Cuestionario

Este análisis se orienta a recoger y clasificar las respuestas a la encuesta (ver Anexo 6, Tabla 38), para estudiar su incidencia y valorar las posiciones de los distintos sectores participantes, tratando de medir la distancia entre dichas posiciones respecto a la situación y potencial del sector biocarburantes en la CAM.

Para abordarlo se ha utilizado el software *SPSS Statistics 19* (Statistical Package for the Social Sciences), programa orientado al análisis estadístico en el ámbito de las ciencias sociales.

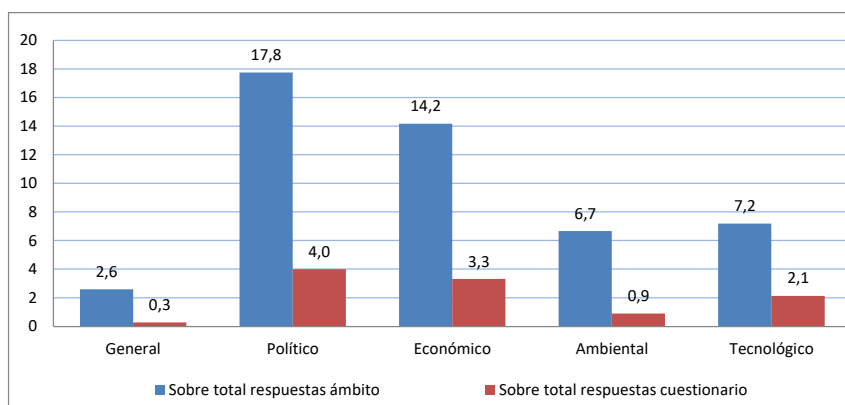
Valores perdidos

El análisis estadístico identifica los denominados “valores perdidos” (correspondientes a la categoría “no sabe/no contesta”), caracterizados por la ausencia de datos, que el programa detecta automáticamente y omite.

Se analizan para comprobar si su incidencia, que varía en función del ámbito, puede distorsionar la interpretación de los resultados.

GRÁFICO 18

INCIDENCIA DE VALORES PERDIDOS POR ÁMBITO



Fuente: elaboración propia.

Así, el ámbito General es el que ha registrado una menor incidencia de valores perdidos (VP), que representan un 2,6% respecto a las respuestas del propio ámbito y un 0,3% respecto al total. En el Ambiental los VP alcanzan respectivamente un 6,7% y un 0,9%;

en el Tecnológico un 7,2% y un 2,1%; en el Económico un 14,2% y un 3,3% y en el Político un 17,8% y un 4% sobre el total, ámbito de mayor incidencia. Lo que representa un 10,6% de VP en media, que consisten en 1 o 2 por pregunta (Gráfico 18) (ver Anexo 6, Gráfico 68).

La opción por esta categoría se debe la mayoría de las veces al desconocimiento de la respuesta, aunque también se ha dado el caso de que algunos agentes hayan preferido no pronunciarse respecto a determinadas cuestiones.

Como solución al tratamiento de estos datos, algunos paquetes estadísticos aplican por defecto el denominado *análisis de casos completos*, que consiste en analizar únicamente los casos con información completa en el conjunto de variables (evitando los casos que presenten valores perdidos), lo que puede provocar la exclusión de muchos casos, y por tanto una pérdida de potencia en el análisis estadístico.

El presente análisis, por el contrario, contempla todas las respuestas, por lo que resulta conveniente evaluar su validez para la aplicación del Método Delphi. Para ello, se realiza un análisis de fiabilidad, calculado mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, análisis de consistencia interna basado en las covarianzas. A mayor valor de Alfa, mayor fiabilidad del análisis.

Estadísticos de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
0,974	0,977	109

Nota de SPSS: las siguientes variables tienen varianza cero y se han eliminado de la escala: *necoorpol*, *restrexp*.

Puesto que el máximo valor teórico del estadístico de fiabilidad es 1, el valor alcanzado en este caso (0,977) confirma la consistencia interna de las variables, y por tanto la idoneidad del conjunto de datos para realizar el análisis Delphi, pese a la incidencia de valores perdidos.

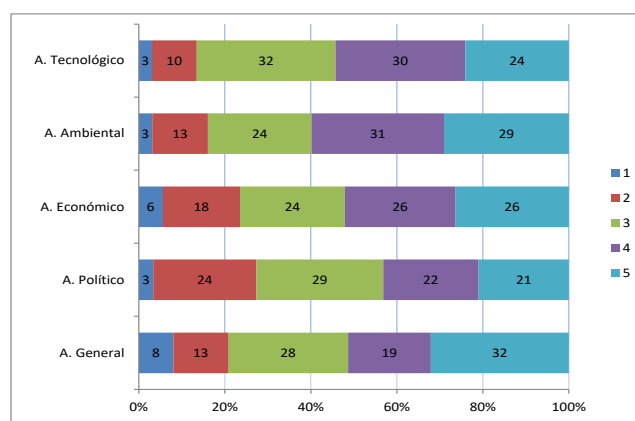
Para optimizar los resultados el análisis de fiabilidad el programa ha eliminado dos variables, *necoorpol* y *restrexp* por carecer de varianza, por lo que se prescindirá de ambas en adelante⁹¹.

⁹¹ *Necoorpol*: necesidad de coordinar la política autonómica y municipal de renovables en la Comunidad de Madrid (II. Ámbito Político); *Restrexp*: peso del cierre o restricción de la exportación de países excedentarios sobre el precio de los alimentos (III. Ámbito Económico).

Análisis de frecuencias

Las categorías de respuestas han alcanzado frecuencias diferenciadas según ámbitos y sectores (*stakeholder*). En el caso de los ámbitos, se observa en general una mayor incidencia de los valores superiores, que varía ligeramente entre ellos (Gráfico 19) (para ampliar información ver Anexo 6, Gráfico 69):

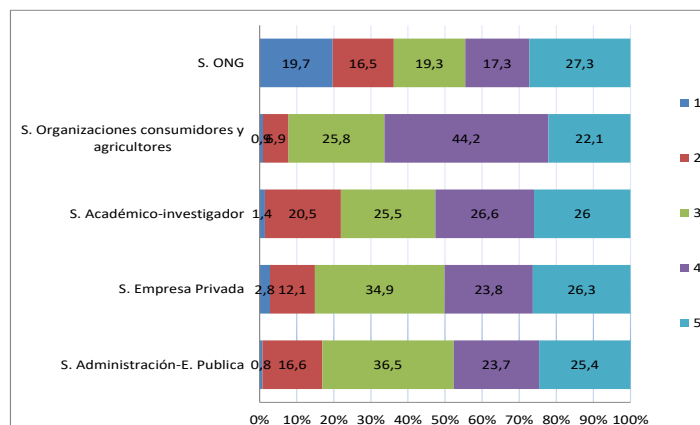
GRÁFICO 19
FRECUENCIAS POR ÁMBITOS
(según Escala Likert)



Fuente: elaboración propia.

- **General:** registra un 32% de respuestas de categoría superior (5), correspondiendo más de la mitad a las categorías 4, 5.
- **Político:** registra variabilidad en las respuestas, y un 25% de incidencia de valores inferiores (1, 2).
- **Económico:** las respuestas con valores altos (4 y 5) superan el 50%.
- **Ambiental:** elevada presencia de valores extremos superiores (60%).
- **Tecnológico:** distribución de respuestas sesgada hacia valores intermedios de la escala (32%).

GRÁFICO 20
FRECUENCIAS POR GRUPOS *STAKEHOLDER*
(según Escala Likert)



Fuente: elaboración propia.

El reparto de las categorías de respuesta en cada grupo de interés o *stakeholder*, da una idea apriorística de su peso relativo. El gráfico muestra un reparto a favor de las categorías intermedia (3) y superiores (4 y 5), destacando el peso de la categoría inferior (1) en el grupo ONG o de la categoría 4 en las Organizaciones (Gráfico 20).

- **Empresa privada:** las respuestas superiores (4 y 5) representan el 50% del total, seguidas de casi un 35% del valor intermedio.
- **Académico-investigador:** respuestas proporcionalmente repartidas a excepción del valor extremo inferior, apenas representado.
- **Administración-E. pública:** apenas se recurre a valores bajos de la escala, alcanzando los dos superiores más del 50% del total de las respuestas, mientras el valor intermedio (3) alcanza la mayor representatividad de los cinco grupos.
- **Organizaciones representativas de consumidores y agricultores:** las respuestas se decantan hacia los dos valores superiores en el 66% del total, y en más del 44% hacia el valor 4;
- **ONGs:** los valores extremos inferior (1) y superior (5) son los de mayor representatividad.

Medianas

Dado que las respuestas al cuestionario no siempre siguen una distribución normal (ver Anexo 6, Gráfico 70), en el análisis estadístico se han calculado las medianas y rangos intercuartílicos.

Las medianas o valores centrales de las series de respuestas varían según ámbito, destacando la elevada frecuencia de valores extremos superiores (4 y 5) en los ámbitos Económico (62%), Ambiental (53%) y Tecnológico (52%). Por su parte, los valores extremos inferiores (1, 2) registran una incidencia mucho menor, y sólo en los ámbitos Político (16%) y Económico (12%) (ver Anexo 6, Gráfico 71 y Gráfico 72).

Medida de la dispersión: rangos intercuartílicos

Según algunos autores (Pulido 1989, López Quero 1995 o Hernández de Frutos 1992, en Villalba Romero, 2005) los análisis para comprobar el consenso en las respuestas se centran en el cálculo de la distancia intercuartílica (entre el primer cuartil o cuartil inferior –frecuencia para el 25% de los participantes- y el tercer cuartil o cuartil superior -para el 75%-).

Así, el consenso se alcanzaría cuando esta distancia es inferior al 40%; es decir, en el caso de esta investigación, cuyas respuestas están valoradas entre 1 y 5, cuando la distancia intercuartílica sea inferior a 2.

Los valores registrados por las distancias intercuartílicas, y por tanto el grado de consenso alcanzado, varían según ámbitos y sectores. La matriz que relaciona ambos parámetros para los rangos inferiores a 2 revela que el sector Empresa privada alcanza consenso absoluto para los ámbitos General y Ambiental; la Administración-Empresa pública en el Tecnológico, el Académico-Investigador en el ámbito General, las Organizaciones representantes de agricultores y consumidores en el Ambiental y Tecnológico y las ONG en ninguno de ellos, siendo nulo en el caso del ámbito Económico. Los ámbitos Político y Económico no alcanzan un consenso pleno para ninguno de los sectores (Tabla 15). Este resultado evidencia que el contexto de los encuestados influye en las respuestas.

TABLA 15
RANGO INTERCUARTÍLICO <2
(% de respuestas)

Ambitos\Sectores	Administración- E. pública	Empresa privada	Académico- Investigador	Organizaciones agricultores y consumidores	ONG
General	75,0	100,0	100,0	50,0	33,3
Político	75,0	33,3	75,0	50,0	33,3
Económico	25,0	66,7	50,0	50,0	0,0
Ambiental	50,0	100,0	50,0	100,0	33,3
Tecnológico	100,0	66,7	75,0	100,0	66,7

Fuente: elaboración propia.

La dispersión detectada no se ha modificado con la segunda vuelta del cuestionario (ver Anexo 6, Gráfico 71 y Gráfico 72).

VI.2.2.3. Contraste de posiciones de los stakeholder

Los grupos de interés seleccionados tienen su propia posición respecto a los biocarburantes (ver epígrafe VI.1.1.1).

Así, entre las posturas que en esta tesis se identifican como favorables a los biocarburantes, se incluyen la correspondiente al sector empresa privada, que defiende el impulso a las mezclas etiquetadas, si bien también advierte sobre el exceso de producción en España, y se cuestiona si la producción local es siempre más sostenible.

Por su parte, el sector académico-investigador considera a los biocarburantes como la única alternativa viable para sustituir a los carburantes fósiles en el sector transporte, aunque priorizando el impulso a los avanzados. Por lo que hace a la administración y empresa pública, mientras algunos organismos manifiestan un mayor apoyo, defendiendo la reducción de emisiones contaminantes con su uso al considerar que no hay consenso científico sobre el efecto ILUC, el resto muestra una postura más moderada, que está evolucionando en los últimos años hacia su progresivo descarte.

Los otros dos sectores se han incluido entre las que se han denominado posiciones condicionadas. Desde el punto de vista de las organizaciones, la producción y consumo de lo que prefieren identificar como “agrocarburos” tiene claros impactos negativos sobre el cambio climático, la seguridad alimentaria y el acceso a recursos básicos; en este sentido, consideran fundamental alcanzar un consenso sobre el consumo que puede alcanzarse sin comprometer los mercados alimentarios ni el medio ambiente. En su opinión, solo si estos carburantes son producidos bajo criterios medioambientales, pueden realmente ayudar a reducir la contaminación en el proceso hacia el desarrollo de un modelo definitivo de transporte sostenible.

Para las ONG los biocarburantes convencionales generan una elevada contaminación por emisiones GEI originada por efecto ILUC. Contemplan su producción únicamente bajo estrictos criterios de sostenibilidad, pudiendo potenciarse el reciclado de aceite vegetal (ver Anexo 6, Tabla 16).

TABLA 16

POSICIONES CORPORATIVAS DE LOS *STAKEHOLDER* SOBRE BIOCARBURANTES

A FAVOR	
Sector Empresa Privada	
AEESCAM	<ul style="list-style-type: none"> • A favor del consumo de biocarburantes; considera que la transposición de norma europea no contempla especificidad del mercado español (excedentario en gasolina y deficitario en diésel). • Este consumo no reduce la dependencia energética por elevada importación • Excesiva variabilidad regulatoria del sector. • Opciones para impulsar su consumo: modificación de especificaciones técnicas, o aumento de comercialización mezclas etiquetadas • La industria automovilística es reticente a usar porcentajes mayores del 10% en bioetanol y 7% en biodiesel al no ser aptas para actuales motores.
APPA-Biocarburantes	<ul style="list-style-type: none"> • Biocarburantes: son la principal alternativa renovable a carburantes fósiles • Apoya objetivos separados para bioetanol y biodiesel • Propone objetivos más ambiciosos que los establecidos: 6% en 2016, 7% en 2017, 7,6% en 2018, 8,2% en 2019 y 8,7% en 2020. • En contra de incluir estimación emisiones indirectas ILUC • Apoya mayor proporción de mezcla e impulsar presentaciones etiquetadas, así como incentivar fabricación, compra y utilización de vehículos compatibles
REPSOL-YPF	<ul style="list-style-type: none"> • Considera necesario el apoyo de las AAPP para desarrollo y viabilidad comercial • Limitaciones al impulso del bioetanol ligadas a un parque de vehículos diésel • No cree que la producción local de biocarburantes sea siempre más sostenible • Cree que hay exceso de centrales de producción en España. No comparte la necesidad de impulsar la producción en la CAM

A FAVOR	
Sector Académico-Investigador	
CIEMAT-IMDEA	<ul style="list-style-type: none"> • Considera que tecnologías primera generación no ofrecen soluciones competitivas • Apoya la optimización de rendimientos en procesos de transformación y la mejora de los coproductos. Apoya la utilización de biomasa lignocelulósica o microalgas como mejor alternativa a biocarburantes avanzados.
IMIDRA-UPM	<ul style="list-style-type: none"> • Apoya el impulso a la producción agroenergética para alcanzar un desarrollo rural sostenible. • Considera que los biocarburantes son la única vía posible de reducir las emisiones GEI procedentes del transporte. • El gobierno debería estimular la demanda de biocarburantes para reducir precios • Recomendaba producir bioetanol a partir de olmo y caña de azúcar. El cardo para producir biodiesel es menos viable por el uso excesivo de insecticidas. • Considera importante el uso de biocarburantes en el sector aviación.
INSIA-UPM	<ul style="list-style-type: none"> • Defiende que el uso de biodiesel reduce las emisiones GEI. • Deben buscarse alternativas de cultivos agroenergéticos que reduzcan uso de fertilizantes, e implantar cogeneración para aumentar eficiencia energética. • En su opinión el escaso progreso del sector obedece más a una falta de regulación que a insuficiente voluntad política. • El transporte de estos carburantes es uno de los mayores inconvenientes del sector, al no poder compartir los oleoductos con carburantes convencionales.
U. Europea	No figura una posición institucional al respecto
Sector Administración-Empresa Pública	
IDAE	<ul style="list-style-type: none"> • Los biocarburantes son la alternativa más viable a los carburantes fósiles en transporte. • Consideran importante impulsar la producción, pero también el consumo. • Defiende reducción de emisiones contaminantes con su uso, ya que considera que no hay consenso científico respecto a emisiones indirectas ILUC • En contra de efecto excesivo de los biocarburantes sobre precio alimentos • Apoya uso de residuos municipales y aceites vegetales reciclados para la generación de biocarburantes. El uso de algas es una opción a futuro. • La norma europea sobre sostenibilidad puede provocar incertidumbre entre los productores, al existir en España 17 esquemas voluntarios diferentes. • Consideran que el impulso del sector en la CAM depende de la política de incentivos. Debería restablecerse exención impositiva para mezclas etiquetadas. • En línea con el parque de vehículos, el impulso al bioetanol es poco probable.
HACIA UN MENOR APOYO	
Agencia Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • El PUSECC 2008 incluía entre sus objetivos la promoción de vehículos impulsados mediante combustibles alternativos (entre ellos biodiesel y bioetanol). • El PUSECC 2014 no menciona nada respecto a biocarburantes.
EMT Madrid	<ul style="list-style-type: none"> • En 2012 el número de autobuses propulsados con biodiesel era de 1.666 (B-20). • En 2013 se habían instalado catalizadores y filtros en 485 de estos autobuses para reducir emisiones de NOx y partículas. Ese año el número de autobuses biodiesel se había reducido en 307, sustituyéndolos por otros propulsados por gas natural. • A partir de ese año se prescinde del uso de vehículos propulsados por biocarburantes.
CRTM CAM	<ul style="list-style-type: none"> • En 2007 se adquirieron vehículos impulsados por biodiesel. • A partir de 2012 la apuesta por el biodiesel desaparece en favor de vehículos propulsados por gas natural.

CONDICIONADAS	
Sector Organizaciones representativas de consumidores y agricultores	
COAG	<ul style="list-style-type: none"> • Considera que la capacidad de los biocarburantes para sustituir a los fósiles es limitada. Su producción no es rentable • Existe un riesgo real de competencia con la demanda de alimentos en algunas producciones. • No comparten las ayudas a cultivos energéticos • Los biocarburantes son compatibles con la tecnología actual derivada del uso de petróleo, y, solo si son producidos bajo criterios medioambientales, pueden realmente ayudar a reducir la contaminación hasta el desarrollo de modelos diferentes • Cree importante llegar a un consenso respecto al porcentaje de consumo que puede alcanzarse sin poner en peligro los mercados alimentarios ni el medio ambiente.
CECU Madrid	<ul style="list-style-type: none"> • Considera que los biocarburantes tienen impactos negativos sobre el cambio climático, la seguridad alimentaria y el acceso a recursos básicos. • Prefiere la denominación de “agrocarburantes”. • En desacuerdo con el límite al uso de biocarburantes de primera generación incluido en la Directiva 1513/2015, por ser excesivamente elevado.
Sector ONGs	
EeA	<ul style="list-style-type: none"> • Les denomina “agrocarburantes”, ya que no siempre son cultivos biológicos • Consideran que la demanda europea de estos productos contribuye al aumento de precios de alimentos básicos. • Generan una elevada contaminación por emisiones GEI originados por ILUC. • Los terrenos en barbecho son necesarios para otros cultivos. • En caso de producción defiende aplicar estrictos criterios de sostenibilidad. Puede potenciarse el reciclado de aceite vegetal aunque no creen interesante el uso de residuos municipales porque pueden aportar sustancias peligrosas.
AdT	<ul style="list-style-type: none"> • Prefiere la denominación de “agrocarburantes” • La producción y uso de estos productos a gran escala juega un papel insignificante en la reducción de emisiones GEI, en algunos casos las incrementa • Defienden un uso confinado de estos productos, no generalizado • La importación de las materias primas representa una amenaza para terceros países en términos ambientales, de seguridad alimentaria y de derechos humanos. • Los impuestos sobre biocarburantes deberían desincentivar su uso.
GreenPeace	<ul style="list-style-type: none"> • Prefiere la denominación de “agrocarburantes”. • Se posicionan en contra si durante su ciclo de vida no se han tenido en cuenta los impactos ILUC y la huella de carbono. • Considera que la mayor parte de los agrocarburantes producidos actualmente generan graves problemas ambientales, siendo cuestionable su aportación a la reducción de emisiones GEI. • El alcance de los objetivos en España precisaría cultivar una superficie equivalente a 1,5 veces la superficie cultivable española, por lo que no manifiesta apoyo a los cultivos agroenergéticos.

Nota: ILUC=cambio indirecto de uso de la tierra (Indirect Land Use Change).
Fuente: elaboración propia a partir de posiciones de cada grupo.

El análisis de las respuestas sectoriales (Tabla 17) muestra en general coherencia con las posiciones corporativas, salvo alguna excepción.

En este sentido, el sector empresa privada, pese a su apoyo a la producción de biocarburantes, traslada su consideración relativa al exceso de centrales de producción en España, y llama la atención sobre la reticencia de la industria automovilística a usar

porcentajes de mezcla elevados. Además manifiesta reservas respecto a la necesidad de impulsarla en la Comunidad de Madrid, teniendo en cuenta, además, que en su opinión la producción local no es siempre necesariamente más sostenible.

Desde el sector académico-investigador se detecta un claro apoyo al sector, subrayando la necesidad de impulsar los biocarburantes avanzados y de optimizar los rendimientos en procesos de transformación y obtención de coproductos, ante la mayor presencia de unas tecnologías de primera generación que actualmente no ofrecen soluciones competitivas. Reconoce que el sector afronta un escaso progreso, y que es preciso buscar alternativas agroenergéticas menos intensivas en fertilizantes y apostar por la cogeneración para reducir las emisiones contaminantes y aumentar la eficiencia energética.

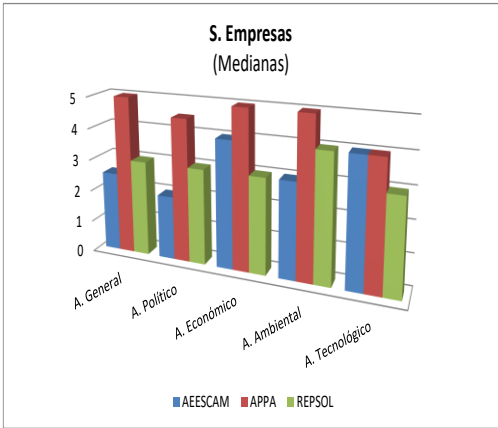
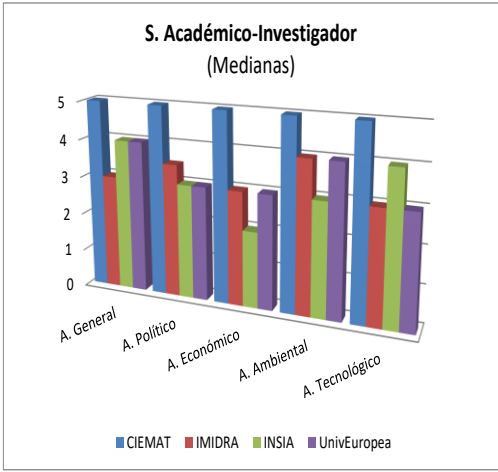
La representación del sector público por parte de los organismos menos relacionados con el transporte se declara partidaria de estos carburantes alternativos, mientras los implicados directamente en el transporte público o el diseño y aplicación de las políticas de protección ambiental en el sector, muestran un apoyo moderado, acorde con el actual proceso de sustitución por otros productos alternativos.

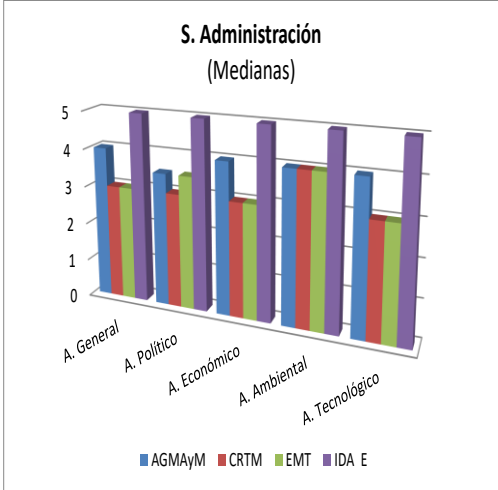

Únicamente en el caso de las organizaciones (CECU y COAG) las respuestas revelan cierto apoyo, en aparente contradicción con su posición corporativa, que podría interpretarse a partir de su argumentación favorable a los biocarburantes avanzados, más sostenibles, ante la incertidumbre o el riesgo asociado a la producción y uso de los biocarburantes de primera generación. En todo caso, estos organismos parecen abiertos a seguir trabajando en la investigación y el desarrollo de tecnologías que reduzcan los impactos negativos de estos últimos, y a la utilización de estos carburantes alternativos bajo determinadas condiciones.

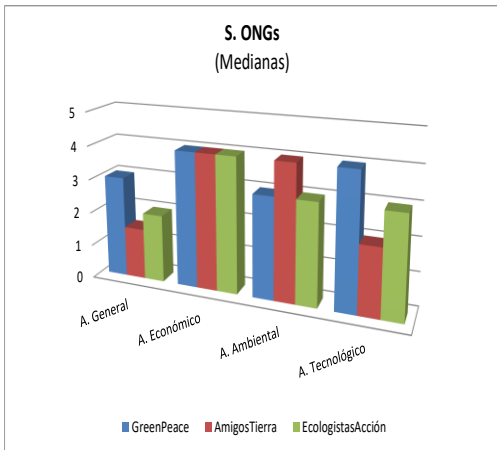
Finalmente, las ONG trasladan una opinión coherente con las posiciones sectoriales, al considerar que el papel de los agrocarburantes en términos de reducción de emisiones es, en el mejor de los casos, insignificante, y que éstos juegan un papel indiscutible sobre el aumento de precios de los alimentos básicos, defendiendo la aplicación de estrictos criterios de sostenibilidad para su producción.

TABLA 17

POSICIONES SOBRE BIOCARBURANTES DE LOS *STAKEHOLDER* OBTENIDAS A PARTIR DEL CUESTIONARIO

A FAVOR	
Sector Empresa Privada	
 <p>S. Empresas (Medianas)</p> <p>Legend: AEESCAM (blue), APPA (red), REPSOL (green)</p>	<p>APPA- Biocarburantes Traslada una apuesta clara por los biocarburantes en todos los ámbitos, en coherencia con su planteamiento institucional, al alcanzar valores de mediana entre 4 y 5 para todos ellos.</p>
	<p>AEESCAM Reflejan apoyo al sector, si bien en coherencia con la posición corporativa, más tímido en los ámbitos general y económico, al constatar cierta reticencia de la industria automovilística a utilizar porcentajes de mezcla elevados. En el ámbito tecnológico el apoyo es más intenso, en relación con una posición que defiende el aumento de comercialización de mezclas etiquetadas.</p>
	<p>REPSOL Apoya la producción de biocarburantes, si bien considera que en España hay un exceso de centrales de producción y no comparte la necesidad de impulsarla en la CAM. Además, opina que no siempre la producción local es necesariamente más sostenible. De los tres organismos que integran el grupo, este aparece como el menos decidido, en relación con su posición corporativa.</p>
Sector Académico-Investigador	
 <p>S. Académico-Investigador (Medianas)</p> <p>Legend: CIEMAT (blue), IMIDRA (red), INSIA (green), UnivEuropea (purple)</p>	<p>CIEMAT-IMDEA El apoyo de este organismo a los biocarburantes es evidente para todos los ámbitos. En el tecnológico es absoluto, al considerar que las tecnologías de primera generación no ofrecen soluciones competitivas, y aboga por un impulso a los biocarburantes avanzados. Además, defiende la necesidad de optimizar los rendimientos en procesos de transformación y la mejora de los coproductos.</p>
	<p>IMIDRA Considera que los biocarburantes son la única vía para reducir las emisiones GEI procedentes del transporte y que el gobierno debería estimular su demanda. Apoya el impulso a la producción agroenergética y considera importante el uso de biocarburantes en el sector aviación.</p>
	<p>INSIA Defiende que el uso de biodiesel reduce las emisiones GEI. En todo caso considera que el sector afronta un escaso progreso, y que es necesario buscar alternativas agroenergéticas menos intensivas en fertilizantes y apostar por la cogeneración. Los resultados del cuestionario reflejan un apoyo a los biocarburantes algo más elevado en el ámbito tecnológico, pero en general moderado.</p>

Sector Administración-Empresa Pública	
	<p>IDAE</p> <p>Institución que expresa mayor apoyo al sector dentro del grupo, especialmente en el ámbito económico. Considera que los biocarburantes son la alternativa más viable a los carburantes fósiles en el transporte, siendo importante impulsar su producción y consumo. Defiende la reducción de emisiones contaminantes con su uso, ya que entiende que no hay consenso científico respecto a emisiones indirectas ILUC, y tampoco cree probado el efecto de los biocarburantes sobre precio alimentos. Valora la importancia de restablecer la exención impositiva de mezclas etiquetadas.</p>
	<p>HACIA UN MENOR APOYO</p>
	<p>AGMAyM</p> <p>Apoyo más moderado, en especial para el ámbito político. En efecto, el PUSECC (Plan de uso sostenible de la energía y Prevención del Cambio Climático de la Ciudad de Madrid) de 2008 incluía entre sus objetivos la promoción de vehículos impulsados por alternativos (entre ellos biodiesel y bioetanol); sin embargo el correspondiente a 2014 no hace mención al respecto.</p>
	<p>CRTM</p> <p>El Consorcio Regional de Transportes de la CAM refleja también un apoyo moderado al sector. Este resultado está en sintonía con la tendencia de los últimos años en el parque móvil: mientras en 2007 se adquirieron vehículos impulsados por biodiesel, a partir de 2012 esta apuesta desaparece en favor de vehículos propulsados por gas natural.</p>
	<p>EMT Madrid</p> <p>La falta de apoyo a los biocarburantes desde este organismo es también evidente, salvo para los ámbitos ambiental y político, donde las medianas alcanzan un valor de 4. Hay que recordar que frente a la elevada proporción de vehículos propulsados con biodiesel en 2012, a partir de ese año comienzan a retirarse sustituyéndolos por otros propulsados por gas natural.</p>
CONDICIONADAS	
Sector Organizaciones representantes de consumidores y agricultores	
	<p>CECU Madrid</p> <p>Este organismo, que prefiere utilizar la denominación de “agrocarburantes”, denuncia los impactos negativos sobre el cambio climático, la seguridad alimentaria y el acceso a recursos básicos. Además, está en desacuerdo con el límite al uso de biocarburantes de primera generación incluido en la Directiva 1513/2015, en su opinión excesivamente elevado.</p>
	<p>COAG</p> <p>Esta coordinadora considera que la capacidad de los biocarburantes para sustituir a los fósiles es limitada, su producción no es rentable y existe un riesgo real de competencia con la demanda de alimentos en algunas producciones. En este caso las medianas son moderadas para los ámbitos general y político, y elevadas en el económico, ambiental y tecnológico.</p>

Sector ONGs																					
<div><p>S. ONGs (Medianas)</p><table><thead><tr><th>Categoría</th><th>GreenPeace</th><th>AmigosTierra</th><th>EcologistasAcción</th></tr></thead><tbody><tr><td>A. General</td><td>3.2</td><td>1.8</td><td>2.1</td></tr><tr><td>A. Económico</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td></tr><tr><td>A. Ambiental</td><td>2.8</td><td>3.8</td><td>2.5</td></tr><tr><td>A. Tecnológico</td><td>3.5</td><td>1.2</td><td>2.2</td></tr></tbody></table></div>	Categoría	GreenPeace	AmigosTierra	EcologistasAcción	A. General	3.2	1.8	2.1	A. Económico	4.0	4.0	4.0	A. Ambiental	2.8	3.8	2.5	A. Tecnológico	3.5	1.2	2.2	<p>GREENPEACE</p> <p>Este organismo prefiere referirse a ellos como “agrocarburos”. Se posiciona en contra si durante su ciclo de vida no se han tenido en cuenta los impactos ILUC y la huella de carbono, ya que considera que la mayor parte de los agrocarburos producidos actualmente generan graves problemas ambientales, siendo cuestionable su aportación a la reducción de emisiones GEI. Los resultados del cuestionario pueden considerarse moderados en los ámbitos general y ambiental, siendo para el resto bastante representativos, a excepción del político.</p>
Categoría	GreenPeace	AmigosTierra	EcologistasAcción																		
A. General	3.2	1.8	2.1																		
A. Económico	4.0	4.0	4.0																		
A. Ambiental	2.8	3.8	2.5																		
A. Tecnológico	3.5	1.2	2.2																		
	<p>Amigos de la Tierra (AdT)</p> <p>En un planteamiento similar al anterior, considera que los “agrocarburos” juegan un papel insignificante en la reducción de emisiones GEI. Están a favor de limitar o prohibir la importación de materias primas y de elevar los impuestos a su uso, de forma que éste se desincentive. Los resultados obtenidos a partir de las respuestas son coherentes con esta posición. Alcanza baja representación para el ámbito tecnológico y la mayor de los tres en el ambiental.</p>																				
	<p>Ecologistas en Acción (EeA)</p> <p>Comparten la denominación de “agrocarburos”. Consideran que la demanda europea contribuye a aumentar los precios de alimentos básicos. Por otro lado opinan que son responsables de elevar las emisiones GEI debido al efecto ILUC, y no comparten la opción de utilizar terrenos de barbecho para estos cultivos. En todo caso, para su producción defienden la aplicación de estrictos criterios de sostenibilidad, siendo favorables a potenciar el reciclado de aceite vegetal aunque no creen interesante el uso de residuos municipales por potencial contaminación. Los resultados obtenidos a partir de las respuestas son coherentes con esta posición.</p>																				

Nota: todas los organismos incluidos en los sectores Organizaciones y ONGs son firmantes de la “Carta al Ministro de Industria y Energía sobre agrocombustibles”, presentada el 20 de marzo de 2015.

Fuente: elaboración propia a partir de posiciones organismos.

Según estos resultados, los organismos con una apuesta más clara por los biocarburantes prácticamente en todos los ámbitos son APPA (sector Empresas), Ciemat (sector Académico-Investigador) e IDAE (Empresa Pública), impulsados en cada caso por diferentes argumentos.

- Desde la consideración de los biocarburantes como principal alternativa a los carburantes fósiles, APPA reconoce y valora las inversiones realizadas y los potenciales beneficios económicos ligados a esta producción y consumo, y recuerda el riesgo que representa para el sector el cierre o reducción de actividad de muchas plantas españolas de biodiesel. Para esta asociación es fundamental establecer medidas incentivadoras del consumo de presentaciones etiquetadas (como la exención o tipo reducido en el impuesto de hidrocarburos, el establecimiento de una

obligación progresiva de comercialización en estaciones de servicio, o la dotación de ayudas a fabricantes de vehículos que garanticen la utilización de estas presentaciones).

- CIEMAT basa su punto de vista en los resultados de sus trabajos de investigación sobre el sector, concluyendo que, en ausencia de impacto por cambio de uso de la tierra, las emisiones contaminantes de los carburantes del transporte por carretera son menores a mayor contenido de biocarburantes en la mezcla, aumentando éstas en proporción al contenido de producto importado. En su opinión, el ahorro de energía primaria o la reducción de emisiones GEI en las condiciones mencionadas, justificarían un impulso a la utilización de estos productos, manifestando la existencia de sinergias positivas entre estos dos sectores en el ámbito regional de la CAM. Considera que es necesario optimizar los procesos de transformación para aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de los coproductos, y apuesta por el desarrollo de tecnologías de segunda o tercera generación para producir biocarburantes como la opción más prometedora para contribuir a mejorar la competitividad económica, social y medioambiental de estos productos.
- Por su parte, el IDAE considera a los biocarburantes como la alternativa más viable a los combustibles convencionales derivados del petróleo, y prácticamente la única, destacando entre sus ventajas la reducción de emisiones. Así, este organismo cree necesario impulsar el sector, si bien desde una adaptación al parque de vehículos existente, mayoritariamente diésel. Pero junto al impulso de la producción debería estimularse la demanda, puesto que reconoce el actual excedente de producción en España.

Entre los más reticentes a fomentar los biocarburantes destacan el CRTM (sector Administración-Empresa Pública) y Ecologistas en Acción (sector ONG).

- El CRTM ha visto variar su posición drásticamente desde 2011, año en que el 68% de la flota de autobuses estaba impulsado por biocarburantes, hasta 2013, cuando comienza a prescindir del biodiesel sustituyéndolo por gasóleo, GNL y vehículos híbridos eléctricos, tratando de que las emisiones de óxido de nitrógeno y partículas se ajustaran a lo dispuesto en la norma Euro V. Los motivos son, pues, de naturaleza política en primera instancia, y medioambiental en segunda.
- En lo que respecta a EeA, no contempla que su producción sea necesariamente ecológica (prefijo “bio”), considerándoles “agrocarburantes” en alusión al origen mayoritario de estos productos en la actualidad. Asocia estos carburantes al desplazamiento de cultivos para producir alimentos, y por tanto al encarecimiento de los mismos; de hecho consideran que habría sido necesario

emplear el 24% de la superficie cultivada en España para abordar el objetivo del 5,7% establecido en 2010. Al respecto no admiten como posibilidad la utilización de tierras en barbecho, que consideran un proceso necesario para recuperar la fertilidad de algunos suelos. Por otra parte, EeA entiende que los biocarburantes son responsables de las emisiones GEI asociadas al cambio de usos del suelo, por lo que no reconocen un efecto neto de reducción de emisiones a lo largo de su ciclo de vida. Respecto a los avanzados, sólo admitirían su impulso bajo estrictos criterios de sostenibilidad, que, en su opinión, no se cumplirían en el caso de los residuos municipales, puesto que actualmente la separación en origen es incompleta, provocando la aparición de sustancias peligrosas que podría restringir su utilización.

VI.2.2.4. Relación intersectorial de los biocarburantes: una aproximación a partir del caso de estudio

En el epígrafe V.6.2 se plantea la existencia potencial de un modelo sinérgico basado en la circulación del conocimiento a partir de cada elemento del sistema, mediante procesos organizativos y distributivos para aumentar las relaciones intersectoriales en el marco de los biocarburantes. Este modelo permitiría la divulgación de conocimiento relativo a las aplicaciones de cultivos o materiales residuales orientados a la fabricación de biocarburantes, permitiendo que los grupos investigadores compartan conocimiento en el desarrollo de nuevas tecnologías (Godoy-Bonilla, et al. 2013).

Una red para la difusión e intercambio del conocimiento intersectorial en torno a los biocarburantes incorporaría aquellos sectores que, en el caso de la Comunidad de Madrid, puedan establecer sinergias positivas con dicho sector para impulsar la actividad intersectorial. Así, según el modelo planteado, la red establecería relaciones recíprocas directas con la administración pública (responsable de elaborar las políticas y de la gestión de los servicios públicos), la universidad (representante del ámbito educativo, formativo e investigador), las empresas (en este caso representadas por los sectores que se han identificado como directa o indirectamente favorecidos por los biocarburantes), y el entorno.

El presente epígrafe confirma la posible aplicación del modelo planteado previamente, ante la constatación de relaciones en el marco de los biocarburantes para el ámbito de la Comunidad de Madrid entre los sectores participantes en el cuestionario. Para ello, se ha utilizado una matriz de correlación de Spearman (por tratarse de valores que no siguen una distribución normal), calculada a partir de las respuestas al cuestionario. Se prescinde de los valores inferiores a la correlación débil, así como de los correspondientes a las autocorrelaciones de cada organismo (Tabla 18).

TABLA 18

CORRELACIONES INTERSECTORIALES PARA LOS BIOCARBURANTES EN LA CAM

(en porcentajes sobre total)

		Académico-Investigador				Empresa privada			Administración-E. Pública				Organizaciones		ONG		
		AI				E			A				O		ONG		
		IMIDRA	INSIA	CIEMAT	UnivEuropea	AEESCAM	APPA	REPSOL	AGMAyM	CRTM	EMT	IDAE	CECUMadrid	COAG	GreenPeace	AmigosTierra	Ecolog. Accion
A-I	IMIDRA	1															
	INSIA		1														
	CIEMAT	,311*		1													
	UnivEuropea	0,272			1												
E	AEESCAM		,296*			1											
	APPA	,357*		,317*			1										
	REPSOL	,389**	0,271	,382**	0,286			1									
A	AGMAyM	,451**		,376**				,490**	1								
	CRTM	,389**	0,271	,382**	0,286			1,000**	,490**	1							
	EMT	1,000**		,311*	0,272		,357*	,389**	,451**	,389**	1						
	IDAE											1					
O	CECUMadrid		0,283	0,336*		,374**		,298*		,298*			1				
	COAG	,313*				,430**		,370*	,376*	,370*	,313*		0,227	1			
ONG	GreenPeace		,402**			,497**	-,347*					0,286	0,261	,336*	1		
	AmigosTierra		,514**			,456**						,616**		0,327		1	
	EcologistasAccion		,351*			,294*		0,264		0,264		,521**		0,239	0,272	,679**	1

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

RANGOS CORRELACIÓN

0 – 0,25: Escasa o nula

0,26-0,50: Débil

0,51- 0,75: Entre moderada y fuerte

0,76- 1,00: Entre fuerte y perfecta

MATRIZ DE FRECUENCIAS DE CORRELACIONES POR SECTOR

	AI	E	A	O	ONG
AI	4	13	16	5	5
E	13	0	7	7	9
A	16	7	5	7	4
O	5	7	7	2	11
ONG	5	9	4	11	4

Nivel de confianza = 0,95 (1- α) y significación 0,05 (α)

Fuente: elaboración propia (rangos correlación en Martínez Ortega RM. et al., 2009).

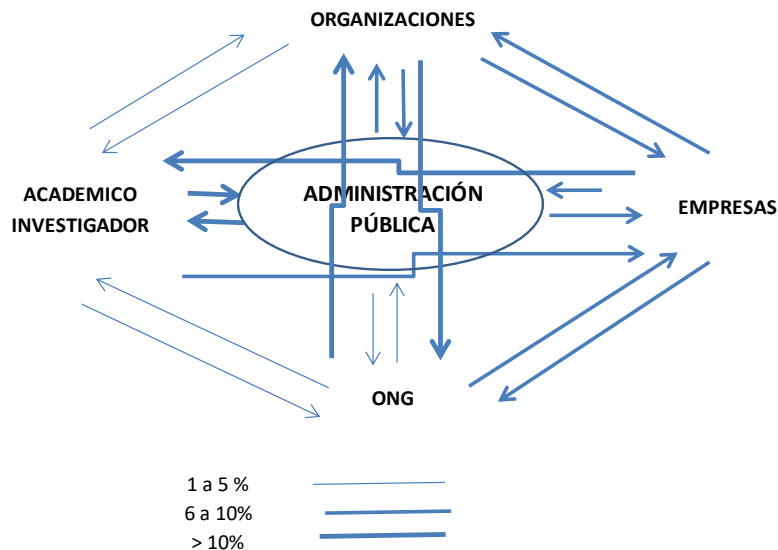
La tabla muestra la existencia de correlación entre todos los sectores, si bien en su mayoría débiles, como corresponde a un sector económico que actualmente apenas tiene actividad en la Comunidad de Madrid. La incidencia intersectorial de estas correlaciones alcanza pesos diferentes según sectores, pero en ningún caso consigue una frecuencia demasiado elevada, situándose la máxima registrada por debajo del 50%.

Se ha realizado una representación gráfica intersectorial en diamante de estas correlaciones intersectoriales, para observar mejor el comportamiento interinstitucional del sector biocarburantes en la CAM (Gráfico 21).

GRÁFICO 21

RED SINÉRGICA DE LOS BIOCARBURANTES EN LA CAM

(en % de frecuencias sobre total correlaciones)



Fuente: elaboración propia, adaptado de Hernández Sampieri & Fernández Collado (1997).

El gráfico muestra la naturaleza asimétrica de las relaciones intersectoriales en torno a los biocarburantes reveladas para la Comunidad de Madrid.

Así, el sector Administración y empresa pública ocupa un lugar central en el entramado, puesto que tanto en el ámbito nacional como autonómico establece las reglas de juego de aplicación a los demás elementos del sistema, a través del desarrollo y gestión de las políticas que marcan tiempos y objetivos, además de distribuir los recursos disponibles.

La frecuencia de correlaciones es más intensa entre el sector Empresa privada y el Académico-investigador, como corresponde a dos sectores favorables a los biocarburantes (epígrafe VI.2.2.2). También lo es entre las Organizaciones y las ONG, en coherencia con unas posturas bastante próximas, reticentes a su desarrollo. La interacción es considerable entre Administración Pública y el sector Académico-Investigador, pese a las distantes posiciones defendidas, lo que puede estar relacionado con el apoyo mutuo en la búsqueda de soluciones avanzadas en el campo de la producción de biocarburantes.

Es menos frecuente la correlación entre el sector Empresa Privada y las Organizaciones, las ONG o la Administración Pública. Y escasa entre las ONG y el sector Académico-investigador y la Administración, o entre el Académico-investigador y las Organizaciones, como corresponde a sectores con planteamientos distantes respecto a los biocarburantes.

Las autocorrelaciones sectoriales son en general escasas, e inexistentes en el sector Empresa privada.

En todo caso, este apartado constata la existencia de una red sinérgica interinstitucional en torno al sector biocarburantes a partir de los resultados obtenidos en el análisis del cuestionario. Sin embargo, se trata de una red asimétrica y de relaciones débiles en general, cuestión que esta tesis también quiere poner de manifiesto.

Para el adecuado funcionamiento del Sistema Regional de Innovación de la CAM, caracterizado por la presencia de centros tecnológicos, administraciones públicas para apoyar la investigación, el desarrollo y la innovación a través de políticas, empresas, recursos financieros, recursos humanos especializados y organizaciones sociales, es clave establecer relaciones cooperativas entre los elementos que integran el Sistema e impulsar un proceso de aprendizaje colectivo.

Por ello, en el impulso del sector biocarburantes en la CAM interesa fortalecer y equilibrar las relaciones intersectoriales detectadas, de forma que sean capaces de aprovechar las oportunidades locales y afrontar las amenazas con garantía de éxito.

VI.2.3. Interpretación de resultados

Este apartado plantea una ordenación jerárquica de las respuestas al cuestionario en función del apoyo obtenido por los diferentes sectores, una vez descartadas aquellas que no han alcanzado suficiente consenso.

Para ello se han recodificado las frecuencias obtenidas en el análisis estadístico de las respuestas, considerándose los valores inferiores de la escala (1, 2, 3) como medidas poco apoyadas o rebatidas (representan el 45,5% del total de las respuestas), y los superiores (4, 5) como medidas apoyadas (54,5% de las respuestas) (Gráfico 22).

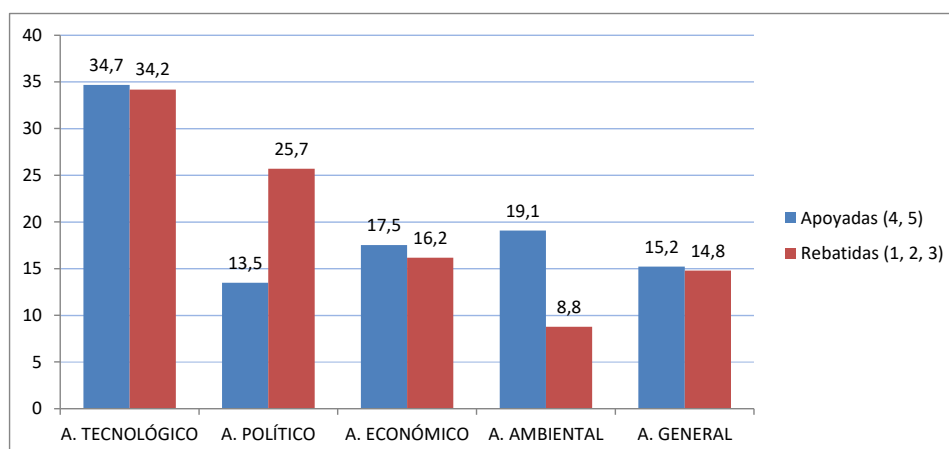
Así pues, es mayor la proporción de las medidas apoyadas, de las que el peso más significativo corresponde al ámbito Tecnológico, con el 30,8% sobre el total, seguido a distancia por el Ambiental (19,1%), el Económico (16,6%), el General (12%) y el Político (8,3%).

Es decir, prácticamente la mitad de los apoyos corresponde a los ámbitos Tecnológico y Ambiental (ver Anexo 6, Tabla 40), mientras las cuestiones planteadas en el ámbito Político han alcanzado en conjunto un menor apoyo.

GRÁFICO 22

RESPUESTAS APOYADAS (4, 5) Y REBATIDAS (1, 2, 3), POR ÁMBITOS

(en porcentajes)



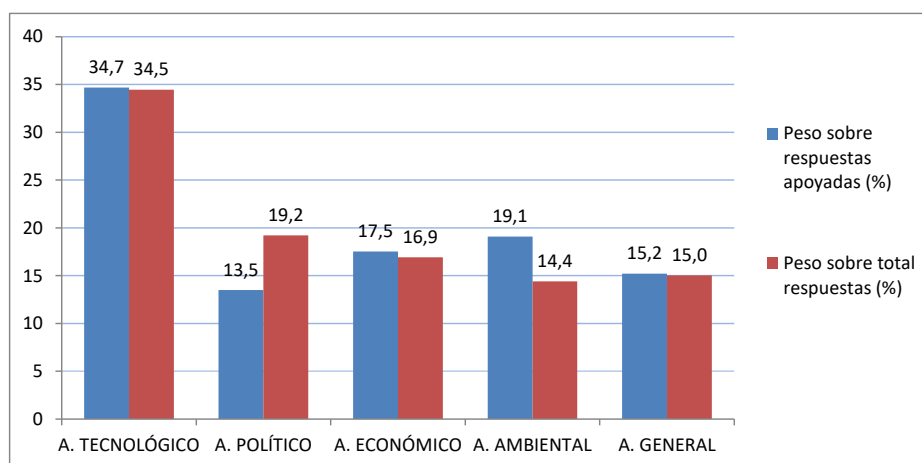
Fuente: elaboración propia.

La diferencia expresada entre algunos ámbitos podría atribuirse a los distintos pesos relativos de las respuestas sobre el total, dado que el número de preguntas realizadas varía entre ellos, lo que podría interpretarse como una debilidad del análisis.

GRÁFICO 23

RESPUESTAS TOTALES Y APOYADAS (4, 5) POR ÁMBITOS

(apoyadas = 86,7% del total)



Fuente: elaboración propia.

Efectivamente en el caso de los ámbitos Tecnológico y General esta relación es prácticamente absoluta, siendo el peso de los “apoyos” proporcional al peso de las respuestas sobre el total; sin embargo en el resto se observa cierta disociación (por ejemplo en el ámbito Político es menor el peso de las respuestas apoyadas que el alcanzado por el conjunto total de respuestas de este ámbito, mientras en el Económico

y Ambiental ocurre lo contrario, es mayor el peso de respuestas afirmativas que el correspondiente sobre el total de respuestas) (Gráfico 23). Es decir, el efecto del peso de las respuestas sobre los respectivos apoyos no puede considerarse una regla.

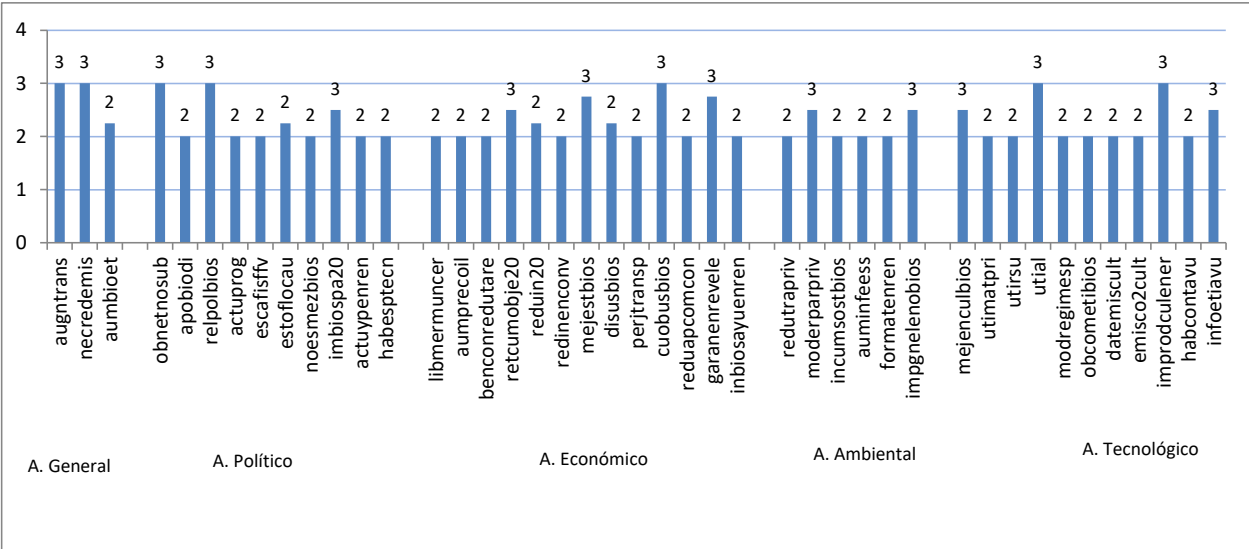
Antes de entrar a valorar las medidas en base al apoyo recibido, hay que hacer alusión a las que no han alcanzado suficiente consenso para ser incluidas (ver Anexo 6 Tabla 39 y Recuadro 5), ya que algunos casos son muy reveladores.

Por ejemplo, las relativas a la conveniencia de desincentivar la producción de energía convencional, la de exigir la garantía de procedencia limpia de la energía utilizada en vehículos eléctricos, o la de moderar el tráfico de vehículos privados para reducir las emisiones GEI, aspectos respecto a los que el sector Empresa privada podría estar manifestando ciertas reticencias.

Tampoco han conseguido consenso algunas medidas orientadas a alcanzar los objetivos europeos relativos a los biocarburantes, como la producción a partir de algas o la mejora genética de cultivos, quizás por tratarse de proyectos de rentabilidad a medio plazo.

Pero llama especialmente la atención el disenso relativo a la utilización de terrenos de barbecho para la producción de cultivos energéticos, o a la posible relación entre los partidos en el gobierno y la política de biocarburantes, aspectos que registran las mayores distancias intercuartílicas según esta investigación (Gráfico 24).

GRÁFICO 24
MEDIDAS NO CONSENSUADAS, POR ÁMBITO
 (distancia intercuartílica ≥2)



Fuente: elaboración propia (consultar equivalencia de etiquetas en Anexo 6, Recuadro 5).

Las medidas eliminadas ($n = 43$) por insuficiente consenso representan el 39% sobre el total, recayendo una mayor proporción en el ámbito Económico (50%), seguido del Ambiental y Político (40% en ambos casos), y el Tecnológico (33%), siendo el ámbito General el que registra el menor peso (25%).

Dicho de otra forma, el ámbito que reúne un mayor consenso de respuestas ha sido el General (75%), seguido del Tecnológico (67%), el Ambiental (60%), el Político (58%) y el Económico (48%).

A continuación se presenta una jerarquización de las medidas correspondientes a las respuestas consensuadas que han alcanzado un mayor apoyo y por tanto mayor representatividad, ordenadas según su peso, de mayor a menor (Tabla 19).

A partir de los resultados obtenidos, esta tesis considera que han alcanzado un apoyo muy alto las medidas cuya representatividad es superior al 2%, apoyo alto entre el 2 y el 1,6% y un apoyo moderado entre el 1,5 y el 1% (para ampliar información ver Anexo 6, Tabla 42).

Las respuestas cuyo apoyo ha sido inferior al 1% se han llevado directamente al epígrafe relativo a medidas menos apoyadas o rebatidas.

TABLA 19

MEDIDAS DE APOYO AL SECTOR BIOCARBURANTES EN LA CAM
(porcentaje de frecuencias)

	Porcentaje	Medida
APOYO MUY ALTO	3-2,6%	<ul style="list-style-type: none"> ○ Deberían reducirse las emisiones GEI en la CAM; ○ Aumentar diversificación energética transporte CAM y buscar alternativas al diésel; ○ Aumentar generación de renovables en la CAM;
	2,5-2,1%	<ul style="list-style-type: none"> ○ Para reducir las emisiones GEI se propone: mejorar reparto modal de transporte; reducir precios transporte público; impulsar uso de combustibles alternativos, aumentando el consumo de materias primas nacionales debido al efecto de los bios importados sobre emisiones GEI, así como el número estaciones de servicio que distribuyan mezclas etiquetadas; ○ Impulsar la producción de biocarburantes avanzados en la CAM; ○ Impulsar el aprovechamiento de RSU y fomentar campañas de recogida domiciliaria para mejorar el del aceite vegetal usado en la CAM; aumentar coordinación empresas gestoras de aceite vegetal usado para impulsar la elaboración local de biocarburantes; fomentar campañas de difusión e información sobre riesgos de vertido aceite vegetal usado; ○ Aumentar la visibilidad y difusión iniciativas CAM sobre biocarburantes; debería mejorar la información a consumidores potenciales de estos productos; ○ Debería estabilizarse el marco regulatorio de las renovables en España; ○ La eliminación de ayudas a las renovables solo beneficia a grandes empresas generadoras energía; ○ La especulación financiera tiene un elevado peso sobre el aumento del precio alimentos;
APOYO ALTO	2-1,6%	<ul style="list-style-type: none"> ○ Impulsar sesiones informativas en organizaciones sociales y educativas; fomentar reciclaje aceite vegetal usado y habilitar para ello contenedores de aceite vegetal usado en CAM; ○ En el marco de las actuaciones PER 2011-2020: diseñar sistema control calidad AENOR producción biocarburantes; definir e incentivar Explotación Agraria Productora EERR; ○ El Plan PIAM debería explicar exclusión bios de ayudas a nuevas tecnologías taxis; ○ Impulsar proyecto de biorrefinería en la CAM; ○ En el ámbito de las medidas de la Plataforma Europea Biocarburantes, y Plan Plat. Española Biomasa 2015 se debe impulsar la búsqueda nuevos cultivos; ○ El tipo fiscal aplicado a los biocarburantes desde 2013 debería haber sido inferior; ○ La eliminación de ayudas a las energías renovables actúa en detrimento de su generación, favoreciendo el aumento de penalizaciones por incumplimiento de la norma europea;
APOYO MODERADO	1,5-1%	<ul style="list-style-type: none"> ○ Impulsar la participación de biocarburantes en la CAM; ○ Tienen elevado impacto en el sector la baja inversión, la reducción de objetivos obligatorios, y la no obligación de informar sobre uso mezclas etiquetadas bios; ○ Adquisición por AAPP de vehículos que garanticen uso mezclas etiquetadas biocarburantes; ○ Intensificar control empresas generadoras grasas residuales; ○ Actuaciones PER 2011-2020: elaborar Plan Regional de Desarrollo Agroenergético; ○ Establecer obligación a fabricantes vehículos de informar sobre grado aconsejado mezclas bios; ○ Desarrollar especificaciones técnicas mezclas etiquetadas bios (B30, E85); ○ Habilitar partidas presupuestarias alcanzar objetivo bios Plan energético CAM; ○ Incentivar uso bios en transporte carretera urbano e interurbano, y en vehículos agrícolas, y venta vehículos flexi-fuel; ○ Impulsar campañas publicitarias uso biocarburantes; ○ La tributación a los biocarburantes desde 1 enero 2013 es una medida recaudatoria que no pretende castigar al sector; incide en la subida precios de combustibles convencionales; se debería restablecer exención bios para determinadas mezclas etiquetadas (B30, B100, E85); ○ Elevado peso déficit producción mundial cereales y depreciación del dólar sobre precio alimentos;

Fuente: elaboración propia (para ampliar esta información ver Anexo 6, Tabla 42).

VI.2.3.1. Medidas apoyadas. Identificación de barreras al sector

La ordenación jerárquica de las medidas apoyadas en el cuestionario “Oportunidades locales para el desarrollo endógeno de los biocarburantes en la Comunidad de Madrid” (Tabla 19), refleja el acuerdo de los agentes sociales consultados respecto a algunas cuestiones, entre las que destaca la necesidad de reducir las emisiones GEI en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Madrid, punto de partida de todo planteamiento de descarbonización de la economía.

Siguen a esta medida la importancia de aumentar la generación de energías renovables en la CAM, así como la de mejorar el reparto modal e impulsar el uso de combustibles alternativos en el transporte regional (incluyendo la electricidad), especialmente en el caso del diésel, combustible mayoritario en el sector. Al respecto se considera necesario estabilizar el marco regulatorio nacional correspondiente a las energías renovables.

Así pues, la necesidad de reducir las emisiones GEI parece ser la principal razón que justifica el uso de carburantes alternativos. En el caso del impulso a los biocarburantes, se alcanza apoyo elevado siempre que las materias primas tengan origen nacional o regional, puesto que tanto desde el punto de vista de eficiencia energética como medioambiental, resulta más ventajoso el consumo de productos nacionales o locales frente a los importados, evitando un potencial efecto ILUC en terceros países. En este sentido, se considera importante aumentar la visibilidad y difusión de iniciativas regionales relativas a biocarburantes.

Pero el apoyo se manifiesta más claro en relación a los biocarburantes obtenidos mediante el aprovechamiento de residuos municipales, y concretamente de los aceites vegetales reciclados. A este respecto, los agentes reconocen la conveniencia de impulsar campañas de difusión sobre los riesgos de su vertido, así como sesiones informativas y educativas para fomentar su reciclaje. Además, se apuesta por optimizar la coordinación de las empresas gestoras de aceites y mejorar las campañas de recogida domiciliaria en el ámbito CAM.

Se reconoce también la necesidad de aumentar el número de estaciones de servicio distribuidoras de mezclas etiquetadas, considerándose la posibilidad de abordar un proyecto de biorrefinería como una buena apuesta de futuro en la Comunidad Autónoma de Madrid.

Para alcanzar los objetivos de producción, y que ésta sea sostenible, se considera de especial interés el diseño de un sistema de control de calidad AENOR de producción de biocarburantes, así como la definición de Explotación Agraria Productora de energía renovable, o la búsqueda de nuevos cultivos para la producción agroenergética.

Desde una perspectiva macro, los encuestados consideran que, frente a otros motivos relacionados con los mercados de cereales, la especulación financiera es el factor que más ha influido sobre el aumento del precio de los alimentos, desvinculando de este efecto a los biocarburantes. Además, estiman que la eliminación temporal de ayudas a las renovables ha beneficiado a las grandes empresas del sector energético, actuando en detrimento de la generación de energías limpias en España.

Entre las medidas con apoyo moderado se encuentra la importancia otorgada por los agentes sociales a la participación de los biocarburantes en el transporte de la CAM, considerando al respecto que la baja inversión, la reducción de objetivos obligatorios o la no obligación a fabricantes de vehículos de informar sobre el uso de mezclas etiquetadas de biocarburantes han tenido un impacto negativo en el sector, lo que debería ir acompañado del desarrollo de especificaciones técnicas sobre estas mezclas (B30, E85). Además, se apoya moderadamente la necesidad de adquisición por las AAPP de vehículos que garanticen el uso de mezclas etiquetadas de biocarburantes.

En lo que respecta a las medidas regulatorias, se apoya con carácter moderado la elaboración de un Plan Regional de Desarrollo Agroenergético, la habilitación de partidas presupuestarias para alcanzar los objetivos establecidos, o la necesidad de incentivar el uso de biocarburantes en el transporte urbano e interurbano por carretera.

Y en relación a las barreras al sector reconocidas destacan las de carácter económico, ya que se considera que la eliminación de ayudas podría actuar en detrimento de la generación de energías renovables, donde se incluyen los biocarburantes, un sector para el que la falta de desarrollo a gran escala está ralentizando la optimización de su rentabilidad. No hay que olvidar que desde 2009 España ha registrado el cierre de muchas plantas productoras, o niveles de actividad de las que están en funcionamiento por debajo de la capacidad instalada, lo que configura una situación económicamente insostenible. Esta eliminación de ayudas también podría provocar, en opinión de los encuestados, un aumento de penalizaciones por incumplimiento de la normativa europea. Por otra parte, el cambio de tributación aplicado a los biocarburantes desde enero de 2013 se considera excesivo, entendiéndose que podría haberse aplicado un tipo inferior, y que, en todo caso, debería restablecerse la exención para determinadas mezclas (B30, B100, E85).

Además se señala la existencia de barreras asociadas a la falta de información al consumidor. La escasa difusión informativa respecto a las posibilidades de estos carburantes actúa en detrimento de la demanda, obedeciendo su uso mayoritario a la mezcla realizada en las refinerías, centros logísticos o parques de almacenamiento, y directamente servida en los vehículos, en respuesta al cumplimiento normativo

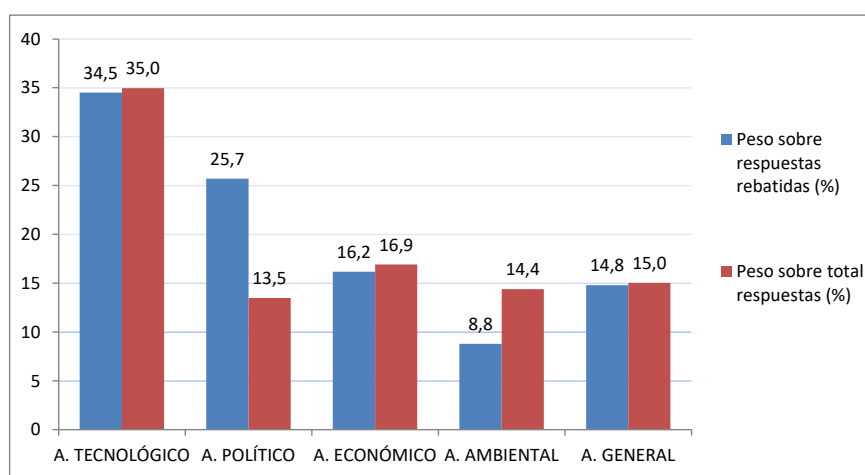
correspondiente y ante el desconocimiento del usuario medio. Se detectan otras de tipo regulatorio, como la reducción progresiva de los objetivos obligatorios de mezcla a nivel nacional, que evidentemente repercute en un menor consumo de estos productos.

El establecimiento de un sistema de control de calidad de los biocarburantes, medida muy apoyada, serviría de estímulo al consumo, mejorando su repercusión informativa así como el tratamiento concedido desde las administraciones públicas.

VI.2.3.2. Medidas poco apoyadas o rebatidas

El peso de las respuestas menos apoyadas guarda también relación con la representatividad de los diferentes ámbitos, excepto en el caso del Político, donde las medidas rebatidas son significativas en relación al peso de este ámbito sobre el total de respuestas (Gráfico 25).

GRÁFICO 25
RESPUESTAS REBATIDAS (1, 2 Y 3) POR ÁMBITOS
(rebatidas= 13,28% del total)



Fuente: elaboración propia

Como se ha comentado, se incluyen aquí las medidas cuyo apoyo ha sido inferior al 1% (ver Anexo 6, Tabla 41). Del 13,28% alcanzado, la incidencia ha sido mayor en el ámbito Político (donde apenas se supera el 5%), seguido del Tecnológico (3,85%), General (3,28%) y Económico (0,96%). El ámbito Ambiental no registra ninguna respuesta con valoración inferior al 1%; el hecho de que aparezca en la representación gráfica de barras (Gráfico 25) se debe a que sí ha registrado algunas valoraciones entre 1 y 3, si bien no las suficientes como para resultar mayoritaria la falta de apoyo en ningún caso.

Hay que señalar que tanto el ámbito Político como el Económico incluyen 1 caso con apoyo 0 (*mejestad* y *deprdol* respectivamente), referidas al impacto de la mejorable

disponibilidad estadística sobre el sector y al peso de la depreciación del dólar sobre el precio de los alimentos.

TABLA 20

**MEDIDAS REBATIDAS O QUE HAN ALCANZADO ESCASO APOYO EN EL SECTOR
BIOCARBURANTES DE LA CAM**

(porcentaje de frecuencias)

APOYO BAJO	<1%	<ul style="list-style-type: none"> ○ La utilización de bios se justifica por: <ul style="list-style-type: none"> ✓ la necesidad de cumplir la regulación europea y nacional, ✓ la necesidad de diversificar las fuentes de energía en la CAM; ✓ la necesidad de estimular la I+D regional; ✓ la necesidad de impulsar la industria del sector biocarburantes en la región; ○ Debe mejorar la política de incentivos a los biocarburantes; ○ Impacto de la falta de Estrategia de Desarrollo Agroenergético en la CAM, o la reducción de consumo productos petrolíferos, sobre paralización sector; ○ Se deben aplicar al sector bios medidas estímulo establecidas para otras tecnologías transporte CAM; ○ Mejorable atención especializada a cada tecnología en los planes y programas de renovables, incluyendo a los biocarburantes. ○ Se detecta un escaso impulso y difusión del sector bios en la CAM, así como la ausencia de campañas informativas entre usuarios; ○ El Catálogo de actuaciones PER 2011-2020 debería incluir: elaboración programa consumo bios Defensa Nacional; establecer pliego condiciones líneas transporte carretera consumo mínimo bios; programa desarrollo tecnológico que incluya cadena valor bios; estudio impacto comercio bios mercado UE; unificar listado productos considerados biocarburantes. ○ La tributación de los biocarburantes incide en la subida de precios de carburantes convencionales.
------------	-----	---

Fuente: elaboración propia (para ampliar esta información ver Anexo 6, Tabla 42).

Estas respuestas recogen el escaso apoyo de los agentes sociales consultados a que el uso de los biocarburantes responda a la necesidad de cumplir la regulación, diversificar las fuentes energéticas, impulsar la actividad I+D o reactivar el sector industrial en el ámbito regional. Por otra parte, en su opinión, la elevada tributación de estos productos tiene poco impacto en el precio final de los carburantes convencionales. Además, los agentes sociales consideran que la carencia de planes y programas de energías renovables en la región (como la Estrategia de Desarrollo Agroenergético, o un programa de desarrollo tecnológico que incluya la cadena de valor de los biocarburantes), la no aplicación de medidas de estímulo ofrecidas a otras tecnologías o la reducción del consumo de productos petrolíferos no explican la paralización del sector, que más bien estaría relacionada con la escasa inversión, la eliminación temporal de las ayudas o la reducción de objetivos obligatorios (medidas que alcanzaron apoyo alto y moderado).

A la luz de estas respuestas, en opinión de los expertos consultados, el impulso de los biocarburantes en la región no parece depender de acciones o medidas políticas.

VI.2.4. Fiabilidad de los resultados

Se constata que el Método Delphi ha representado un método fiable en este caso, especialmente después de cumplir los siguientes requisitos (Landeta Rodríguez et al., 2003):

- Estabilidad del panel de expertos: han participado en las rondas propuestas.
- Tiempo transcurrido entre rondas (óptimo entre 2 y 3 meses): en este caso ha sido de algo más de 2 meses (epígrafe VI. 2.2.1).
- Información cualitativa recogida de los expertos: se ha recogido en todos los casos información corporativa relativa a la cuestión.
- Consenso/convergencia de opiniones: se ha alcanzado un consenso suficiente para realizar el estudio (ver epígrafe VI.2.2.2), a excepción de algunas respuestas que han sido excluidas del análisis.
- Estabilidad de resultados entre rondas: los resultados apenas han variado entre rondas (epígrafe VI.2.2.1).

Este análisis completa y consolida los resultados obtenidos a lo largo del trabajo.

VI.3. Recapitulación

La inexistencia de una fuente única que aglutine y estandarice la publicación periódica y el tratamiento de los datos desagregados sobre el sector biocarburantes, dificulta no sólo el seguimiento y conocimiento en profundidad del sector, y por tanto su comprensión, sino también la comparabilidad de esta información estadística, lo que impide alcanzar conclusiones de mayor calado, y genera la necesidad de acudir a otros métodos de información.

En este caso, se recoge y analiza la opinión de agentes sociales representantes de los principales sectores de la economía regional (empresarial, académico-investigador, administración pública, organizaciones representativas de consumidores y usuarios, y primario, y ONG), mediante el análisis estadístico de las respuestas a un cuestionario, cuyos resultados puedan completar el análisis previo sobre las potencialidades del sector biocarburantes en la CAM, aplicando para ello el Método Delphi. En las respuestas se observa una escasa incidencia de valores perdidos (categoría “no sabe/no contesta”), reflejando las medidas de centralidad y dispersión (medianas y rangos intercuartílicos) cierta variabilidad en función del ámbito e incluso del sector de procedencia.

El análisis sectorial de las respuestas muestra en general coherencia con las posiciones corporativas. Así, la Empresa privada, que transmite su apoyo a la producción de biocarburantes como principal alternativa a los carburantes fósiles, expresa también su preocupación por el exceso de centrales productivas en España, y sus reservas respecto

a la necesidad de impulsar el sector en la CAM, al cuestionarse si la producción local es siempre más sostenible. Desde el sector Académico-investigador se detecta un claro apoyo, subrayando la necesidad de impulsar los biocarburantes avanzados y optimizar los rendimientos en procesos de transformación y obtención de coproductos, ante la mayor presencia de unas tecnologías de primera generación que no ofrecen soluciones competitivas. Por su parte, la Administración pública se declara moderadamente partidaria de los biocarburantes, en coherencia con el actual proceso de sustitución por otros productos alternativos en el transporte público. La aparente contradicción entre la posición corporativa de las Organizaciones representativas de consumidores y agricultores y los resultados de la encuesta debe interpretarse en base a su apoyo a los biocarburantes avanzados, ante la incertidumbre asociada a la producción y uso de los convencionales; en todo caso, se manifiestan a favor de seguir trabajando en la investigación y el desarrollo de tecnologías que reduzcan su impacto negativo, y de su utilización en el ámbito de la CAM bajo condiciones de sostenibilidad. Las ONG trasladan una opinión alineada con las posiciones institucionales, al considerar que los agrocarburos ejercen un papel insignificante en términos de reducción de emisiones, y que contribuyen al aumento de precios de los alimentos básicos, defendiendo la aplicación de estrictos criterios de sostenibilidad para su generación y uso.

Por otra parte, se constata la existencia de relaciones intersectoriales en torno al sector biocarburantes en el ámbito de la CAM como parte de la posible configuración de una red de conocimiento, siendo en general débiles y de naturaleza asimétrica. La incidencia es más frecuente entre la Empresa privada y el sector Académico-investigador, como corresponde a dos sectores favorables a los biocarburantes. También lo es entre Organizaciones y ONG, en coherencia con planteamientos reticentes a su desarrollo. Es frecuente también entre la Administración Pública y el sector Académico-Investigador, pese a las distantes posiciones defendidas, lo que puede ponerse en relación con el apoyo mutuo en la búsqueda de soluciones avanzadas en el campo de la generación de biocarburantes. Es menos frecuente la correlación entre el sector Empresa Privada y las Organizaciones, las ONG o la Administración Pública. Y escasa entre las ONG y el sector Académico-investigador y la Administración, o entre el primero y las Organizaciones, como corresponde a sectores con planteamientos distantes en relación a los biocarburantes. Las autocorrelaciones sectoriales son en general escasas, e inexistentes en el sector Empresa privada.

Como defiende la teoría de desarrollo endógeno, a los efectos del impulso del sector y de la economía regional en general, interesaría establecer unas relaciones intersectoriales fuertes y equilibradas, capaces de aprovechar las oportunidades locales y afrontar las amenazas con garantía de éxito en el ámbito de la CAM.

Pese a que entre las opiniones sectoriales recogidas se detecta un mayor peso de las posiciones favorables hacia los biocarburantes frente a las detractoras, numerosas medidas no han alcanzado el suficiente consenso, por lo que han sido excluidas del análisis. De la jerarquización de las respuestas obtenida mediante el análisis estadístico del cuestionario, han alcanzado un mayor apoyo la necesidad de reducir las emisiones GEI, de impulsar la diversificación del mix energético y de aumentar la cuota de energía renovable en el ámbito de la CAM. Ante el elevado consumo de energía en el transporte, se considera importante mejorar el reparto modal del sector en la CAM.

Respecto a la generación de biocarburantes en la CAM, se apoya decididamente: 1) el uso de materia prima de origen nacional y local, en base a su capacidad de reducir la importación; 2) el aumento del número estaciones de servicio distribuidoras de mezclas etiquetadas; 3) el impulso a la difusión de iniciativas regionales en este ámbito; 4) la producción de biocarburantes más garantes del cumplimiento de los debidos criterios de sostenibilidad, para lo que se propone impulsar la utilización de materias primas residuales, especialmente aceites de cocina reciclados, así como la aplicación de nuevas tecnologías; y 5) el impulso de un proyecto de biorrefinería en la CAM, cuestión que merecería un análisis pormenorizado, que excede de los objetivos de esta tesis. Merecen un apoyo moderado: 1) la participación de los biocarburantes en el transporte de la CAM; 2) la necesidad de desarrollar especificaciones técnicas de mezclas etiquetadas (B30, E85); 3) la adquisición por la Administración Pública de vehículos que garanticen el uso de estas mezclas; y 4) la elaboración de un Plan Regional de Desarrollo Agroenergético. Y han alcanzado escaso interés medidas referidas a 1) la necesidad de establecer políticas de incentivos, y 2) la de mejorar la atención especializada a los biocarburantes en los planes y programas de renovables.

Además, se han detectado barreras al desarrollo del sector, destacando algunas de carácter económico, como la eliminación de ayudas, que puede actuar en detrimento de la generación de estos productos y desembocar en el cierre de plantas productoras, o el cambio de tributación, que se considera excesivo, estimando la conveniencia de restablecen la exención para determinadas mezclas. Otras se refieren a la escasa difusión informativa al consumidor, o la reducción progresiva de objetivos obligatorios de mezcla, que repercuten en un menor consumo de estos productos.

Estos resultados confirman las medidas recogidas previamente en Matriz DAFO del sector biocarburantes. El análisis del cuestionario refleja el desencuentro actual existente respecto a la cuestión de los biocarburantes, habiéndose detectado, sin embargo, cierto grado de consenso entre los agentes sociales consultados respecto a su utilización moderada y bajo determinadas condiciones de sostenibilidad.

VII. CONCLUSIONES

Esta tesis ha contrastado el carácter singular de la Comunidad Autónoma de Madrid en términos energéticos, puesto que representa una de las regiones españolas de mayor consumo y con menor capacidad para generar energía. Concretamente, y en lo que respecta al transporte, este representó en 2013 algo más del 49% del consumo energético regional, provocando un problema añadido al déficit energético, como es la fuerte emisión de gases de efecto invernadero asociada al sector, estimada para ese año en el 43% sobre el total regional de emisiones GEI.

El análisis del cuestionario revela un fuerte apoyo de los agentes sociales respecto a la necesidad de mejorar el reparto modal del transporte, reducir las emisiones de gases con efecto invernadero, y reactivar la generación y consumo de biocarburantes en la CAM, priorizando el origen local de la materia prima.

Los biocarburantes, por tanto, aparecen como una apuesta razonable en un horizonte energético cargado de incertidumbre, en el marco de una región, como es la Comunidad de Madrid, cuya actividad económica está fuertemente vinculada al sector transporte.

VII.1. Discusión de las conclusiones: resultados frente a hipótesis

Dos eran las hipótesis de partida planteadas en el epígrafe I.2:

1. La primera se refiere a la existencia de potencial para lograr un adecuado desarrollo del sector biocarburantes en el ámbito de la CAM, así como la presencia de barreras para su desarrollo

Esta hipótesis se responde a lo largo del trabajo de tesis, a partir de los datos disponibles y estimaciones realizadas. Especialmente a partir del análisis de la coyuntura energética de la región, que aborda el potencial de los biocarburantes en la CAM (epígrafe V.4), estimándose una producción que podría abastecer la demanda registrada, e incluso un aumento de la misma. Así, se ha estimado una generación potencial de biocarburantes de 204,3 Ktep para 2013 obtenidas a partir de cultivos agroenergéticos, residuos agroforestales no utilizados para otros fines, y el excedente de la fracción orgánica de los residuos municipales, incluyendo aceites de cocina usados, de las que 71,7 corresponderían a bioetanol y 132,6 a biodiesel, cantidades muy superiores al consumo registrado ese año, que para el total de biocarburantes alcanzó las 1,8 Ktep.

Por otra parte, la Matriz DAFO obtenida (epígrafe V.7) recoge entre sus fortalezas el potencial para el desarrollo regional del sector, que, especialmente en relación al aprovechamiento de la materia residual, y concretamente el de aceites vegetales usados, ha quedado confirmado en el análisis de respuestas al cuestionario. Por último, se

ensaya la aplicación de un modelo de red para la difusión intersectorial del conocimiento al sector biocarburantes de la Comunidad de Madrid (epígrafe V.6), incluido entre las fortalezas de la Matriz DAFO, cuya existencia ha quedado también constatada en esta tesis (epígrafe VI.2).

Pero además, y en base a otras investigaciones, desde el punto de vista de su capacidad para establecer relaciones sinérgicas geográficas, la Región Metropolitana Policéntrica Madrileña, que se extiende a varios nodos funcionales pertenecientes a las Comunidades Autónomas de Castilla y León y Castilla-La Mancha (ver epígrafe V.5), y ejerce sobre ellas un efecto positivo en términos de empleo, podría en contrapartida establecer acuerdos de colaboración para actuar como receptor del excedente de la energía renovable generada en ambas regiones, concretamente de los biocarburantes, dado que en ambos casos la capacidad productiva es superior a la madrileña.

A lo largo de esta investigación se han detectado algunas barreras que dificultan la promoción de los biocarburantes en la Comunidad de Madrid, especialmente de naturaleza económica, como la eliminación de ayudas a las renovables que puede actuar en detrimento de la generación de biocarburantes, el cambio de tributación aplicado a los biocarburantes desde enero de 2013 (finalización de exención impositiva), que junto a la escasa inversión actual, tanto pública como privada, en producción y consumo, están dificultando la recuperación del sector. Por otra parte, se detectan barreras asociadas a la escasa difusión informativa, dado que la falta de información al consumidor respecto a la existencia y posibilidades de estos carburantes actúa en detrimento de la demanda, obedeciendo en la actualidad su uso fundamentalmente a la mezcla realizada en refinerías, centros logísticos o parques de almacenamiento, y directamente servida a los vehículos, en respuesta al cumplimiento normativo correspondiente y ante el desconocimiento del usuario medio. En la identificación de estas barreras ha intervenido también el análisis Delphi, que refleja una posición de los grupos de interés en general coherente con los resultados extraídos del análisis del cuestionario, concretamente respecto al reconocimiento de obstáculos al desarrollo del sector en la región de Madrid.

Por tanto, esta hipótesis se considera contrastada.

2. La segunda hipótesis defiende que la débil situación del sector biocarburantes en la Comunidad de Madrid obedece fundamentalmente al déficit de políticas orientadas a regular e incentivar el sector

Esta tesis plantea la importancia de las instituciones locales para gobernar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (Ostrom, 2008). Se trata de una de

las tres dimensiones identificadas en el enfoque de desarrollo endógeno, junto a la económica y al establecimiento de una red sinérgica en torno a este sector.

Al respecto, en esta tesis se ha constatado la existencia de relaciones intersectoriales en torno a los biocarburantes en el ámbito de la Comunidad de Madrid (epígrafe VI.2.2.4). También se ha puesto de manifiesto cómo las instituciones favorecen y estimulan la adopción y difusión de innovaciones en el ámbito territorial y, por tanto, la productividad y competitividad generando un clima de confianza (Vázquez Barquero y Rodríguez-Cohard, 2016).

En el caso analizado de la Comunidad de Madrid, la escasa actualización de las medidas regulatorias relativas a energías renovables, que además no se orientan a un apoyo concreto al sector objeto de análisis, así como la reducción progresiva de los objetivos de mezcla de biocarburantes, comportan cierto grado de inseguridad jurídica al alejarse de las metas europeas, y repercuten directamente en un menor consumo de estos productos. Se trata, en todo caso, de una política escasamente abordada en el ámbito de la Comunidad de Madrid, en un sector que podría jugar un papel estratégico en el *mix* energético del transporte, la seguridad de suministro energético y la mitigación de emisiones, siempre que estos productos “sean respetuosos con el medio ambiente” (Guerrero et al., 2012).

El análisis *clúster* (epígrafe V.2) concluye que el hecho de que ni la generación de renovables ni la capacidad instalada para producir biocarburantes sean significativas en la CAM, podría tener relación con la ausencia de políticas de impulso al sector biocarburantes en la región, a diferencia del resto de Comunidades Autónomas que componen el conglomerado (Navarra y País Vasco). Por otra parte, la Matriz DAFO del sector biocarburantes en la CAM (epígrafe V.7) destaca entre las amenazas la descoordinación política entre las administraciones autonómica y local, así como los continuos cambios regulatorios detectados en relación a los objetivos de mezcla; y entre las oportunidades la relativa al necesario cumplimiento normativo sobre diversificación energética y criterios de sostenibilidad de los biocarburantes.

Los resultados obtenidos en el análisis de las respuestas al cuestionario (epígrafe VI.2) coinciden en la necesidad de estabilizar el marco regulatorio de las renovables a nivel nacional, e incentivar algunos aspectos relacionados con la producción agroenergética (definición de Explotación Agraria productora de Renovables), o en reconocer el impacto que han provocado tanto la eliminación de ayudas a renovables como el tipo fiscal aplicado a los biocarburantes desde 2013. Sin embargo, entre las medidas menos apoyadas por parte de los agentes consultados destacan la necesidad de mejorar la política de incentivos así como la atención especializada otorgada a cada tecnología en

los planes y programas, la conveniencia de impulsar una Estrategia de Desarrollo Energético en el ámbito de la CAM, o un programa de desarrollo tecnológico regional que incluya la cadena de valor de los biocarburantes.

De hecho, se traslada que la no aplicación de medidas de estímulo propuestas en otras tecnologías no explica la paralización del sector, que más bien estaría relacionada con la escasa inversión, la eliminación temporal de ayudas o la reducción de objetivos obligatorios. Pero además, consideraciones como el posible impacto de la falta de actualización de planes y programas, la ausencia de estímulo al uso de estos carburantes en flotas cautivas, la no obligación de ofrecer mezclas etiquetadas en estaciones de servicio, o la conveniencia de habilitar en la página web de Fenercom un espacio específico a cada tecnología, ni siquiera han alcanzado consenso entre los agentes sociales consultados.

Así pues, de estos resultados no puede concluirse que, en opinión de los agentes consultados, su impulso dependa en gran medida de acciones políticas.

Por todo lo anterior, esta hipótesis solo se considera parcialmente probada.

VII.2. Respuesta a las cuestiones planteadas

A lo largo de la tesis se ha tratado de dar respuesta también a otras cuestiones planteadas en el epígrafe I.2, en el afán de que esta investigación represente un avance en la investigación del sector biocarburantes en el ámbito local:

- a) ¿Se incentivan en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Madrid fuentes alternativas de energía en el transporte?

Las políticas autonómicas relativas a energías renovables son escasas y están con frecuencia poco actualizadas, lo que aún se evidencia en mayor medida para el caso concreto de las relativas a biocarburantes, en algunos casos prácticamente inexistentes.

Ha sido interesante comprobar cómo la asignación para producir biodiesel durante los años 2014 y 2015 incluía producciones para las regiones integrantes del clúster obtenido en el estudio (Navarra y País Vasco), a excepción de la Comunidad de Madrid, lo que esta tesis pone en relación con la ausencia en el ámbito de la CAM de regulación normativa o de medidas políticas al respecto (resultados extraídos del análisis factorial interautonómico, epígrafe V.2.1).

Aspectos como la escasa diversificación del *mix* energético, el bajo grado de autoabastecimiento ligado a la exigua generación de energía renovable, o el reducido impulso a alternativas diesel en el transporte, junto a la mejorable información a consumidores potenciales en relación a estos carburantes, que se revelan en las

respuestas al cuestionario (Matriz DAFO, epígrafe V.7), dan idea del insuficiente incentivo a fuentes alternativas de energía para el transporte en el ámbito de la CAM.

En todo caso hay que poner de manifiesto el interés por la electricidad aplicada al transporte en la región, que aunque en 2013 representó únicamente el 1,7% del consumo energético del sector, configura una de las principales apuestas para el transporte regional, tal como se recoge entre las líneas de actuación del Plan Azul +. Sin embargo, también hay que tener presente que el 91,4% de la electricidad consumida ese año en la CAM era no renovable (epígrafe V.3.2).

En todo caso, es relevante considerar el papel que juegan los agentes sociales en la posible dinamización del sector biocarburantes, tal como defiende la teoría del desarrollo endógeno (epígrafe II.3), y que para el caso concreto de la CAM puede extraerse de los resultados obtenidos en el análisis de la encuesta (epígrafe VI.2.3).

b) y c) ¿Representan los biocarburantes una alternativa interesante? ¿Qué inconvenientes y ventajas se asocian a la fabricación y uso de biocarburantes?

El desarrollo de biocarburantes de primera generación ha sido objeto de fuerte controversia en los últimos años, dado que, pese a las ventajas convencionalmente admitidas como medio para reducir las emisiones contaminantes procedentes del transporte, aumentar la diversidad y seguridad del abastecimiento energético y representar una oportunidad para la agricultura y el desarrollo rural, también se reconocen algunos inconvenientes asociados a su generación que cuestionan su capacidad efectiva para reducir las emisiones, considerando las registradas durante todo el ciclo de vida de estos carburantes (epígrafe III.3.2).

La tesis revisa las posiciones internacionales (epígrafe III.3) y nacionales (epígrafe IV.2) a favor y en contra, y dentro de estas últimas detalla las correspondientes a los organismos participantes en el cuestionario, añadiendo por su interés las posiciones de otros no incluidos. Analizada esta información junto al potencial de la Comunidad Autónoma de Madrid para la fabricación de biocarburantes convencionales y avanzados (epígrafe V.4), resulta innegable el interés que despiertan los biocarburantes, pero también la necesidad de asumir algunas condiciones, como la priorización de las materias primas nacionales frente a la importación, y la de impulsar la generación y uso de biocarburantes avanzados, capaces de desvincular el sector de los posibles efectos adversos provocados sobre la producción y precios de los alimentos, y claramente más garantes de la reducción de los impactos ambientales asociados al sector.

A este respecto, el análisis del cuestionario refleja el desencuentro actual relativo a la cuestión de los biocarburantes, habiéndose detectado entre los agentes sociales cierto grado de consenso respecto a su utilización bajo condiciones de sostenibilidad.

d) ¿Hay opciones para la fabricación de biocarburantes en la CAM?

El cálculo estimativo realizado en esta tesis, confirma cómo en 2013 podía haberse generado una producción de biocarburantes en torno a las 204 Ktep a partir de cultivos agroenergéticos, así como del aprovechamiento del volumen de residuos agroforestales o de la fracción orgánica de residuos municipales no utilizado para otros fines. Esta cantidad es muy superior al consumo registrado ese año para el total de biocarburantes (1,8 Ktep) (epígrafe V.4).

La respuesta es, pues, afirmativa, y redunda en aportar soluciones alternativas a la utilización de biocarburantes convencionales, a los que pueden atribuirse efectos sobre los cultivos destinados a la alimentación humana y animal.

En todo caso, se quiere insistir en el interés de abordar un proyecto de biorrefinería en la región, para la producción integrada de diversos productos, incluidos los biocarburantes, a partir de recursos de biomasa (ver epígrafe III.4). Se recuerda que tanto Navarra como el País Vasco, regiones que integran el *clúster* junto a la CAM, están contemplando diversos proyectos en este sentido (epígrafe V.2.2), y que esta es una de las medidas que ha registrado un apoyo alto en el análisis al cuestionario (epígrafe VI.2.3).

VII.3. Conclusión General

Esta tesis trata de embridar las disciplinas académicas Biología Ambiental y Economía del Desarrollo a través del estudio del sector biocarburantes, cuyo ámbito de aplicación e impactos asociados a su producción y uso comparten necesariamente ambos enfoques.

Desde el punto de vista de la economía, los biocarburantes representan una oportunidad para diversificar las fuentes de energía aplicadas al transporte, un sector muy intensivo en el consumo de productos petrolíferos. Además reducen la dependencia energética. Y, simultáneamente, suponen una apuesta tecnológica y de innovación, al apoyarse en procesos I+D orientados a la búsqueda de especies productoras y la mejora de rendimiento de cultivos, o el aprovechamiento de productos residuales para la obtención de materias primas. Todo ello ha animado a empresas de distintos sectores (producción agrícola, logísticas y distribuidoras de hidrocarburos, automovilísticas, de transporte, etc) a invertir en la producción, distribución y consumo de biocarburantes, inversiones que se han visto reducidas o paralizadas en los últimos años debido a la falta de apoyo institucional a las renovables en España, ante la incertidumbre generada por

expectativas incumplidas, y otros motivos relacionados con la crisis económica o la variabilidad de los precios del petróleo.

Al respecto resulta interesante recordar que, pese a su potencial y elevada rentabilidad, las energías renovables no se encuentran lo suficientemente amparadas por la política nacional española, encontrando obstáculos a su desarrollo de forma generalizada.

Por el lado del medio ambiente, su utilización permite reducir la emisión de gases con efecto invernadero y partículas en relación a la generada en la combustión de carburantes convencionales. Sin embargo, la experiencia adquirida a lo largo de estos años ha planteado serias dudas respecto a los posibles efectos adversos asociados a la ocupación de terrenos ricos en materia orgánica (bosques tropicales, turberas) para producir materias primas, provocando la liberación de grandes cantidades de GEI almacenadas de forma natural, el desplazamiento de cultivos tradicionales, o el consiguiente efecto sobre el precio de los alimentos, cuestionando el impacto positivo del uso de estos productos sobre la mejora de las emisiones. Es decir, su utilización sólo sería aceptable desde el inexcusable cumplimiento de criterios de sostenibilidad.

Los resultados obtenidos confirman que la Comunidad de Madrid tiene posibilidades económicas, tecnológicas y productivas para generar biocarburantes, y margen para impulsar su consumo. Entre los avances aportados a la investigación se subraya el análisis de las posiciones de los agentes consultados respecto a las medidas planteadas en el Cuestionario “Oportunidades locales para el desarrollo endógeno de los biocarburantes en la C.A. de Madrid”, muchas de las que, una vez jerarquizadas, ponen de manifiesto el apoyo de los encuestados hacia el sector biocarburantes. El consenso recogido no oculta, sin embargo, la existencia de dudas respecto al riesgo asociado a la producción de biocarburantes convencionales, o la escasa garantía de estos en términos de sostenibilidad, reflejo de las incertidumbres reconocidas a lo largo de la tesis.

En todo caso, conviene tener presente que el uso de biocarburantes constituye una alternativa que resuelve parcialmente los problemas asociados al transporte, ya que al cubrir sólo un porcentaje del consumo de carburantes, no resuelve la dependencia de productos petrolíferos, únicamente la reduce. Además, los biocarburantes aportan una solución transitoria, dado que la evolución y mejora tecnológica de los medios de transporte es aún un proceso en desarrollo que apunta hacia un cambio de paradigma global que deberá ser capaz de desvincular definitivamente este sector de los impactos asociados al consumo de materias primas no renovables.

El apoyo a una producción local de biocarburantes refleja las consideraciones realizadas en esta tesis (epígrafe II.1.2) relativas a la necesidad de reconocer y respetar los límites productivos y ecológicos globales.

Es en esta producción, capaz de aprovechar las oportunidades de trabajo y aprendizaje que brinda la economía de pequeña escala, donde reside el secreto de la sostenibilidad, y la consideración inexcusable de la soberanía alimentaria. Sin este esquema de aceptación de límites a la producción y el consumo, el recurso a las energías renovables pierde su razón de ser (Berry, W., 2008).

VII.4. Líneas futuras de investigación

Sería preciso analizar en profundidad las opciones y viabilidad económica de las materias primas residuales aplicadas a la producción de biocarburantes, de forma que se verifique si este aprovechamiento representa una alternativa real a la actual gestión de los mencionados subproductos, especialmente desde el punto de vista de la rentabilidad.

La realización de análisis similares en los ámbitos regionales de las Comunidades Autónomas que conforman el *clúster* junto a la Comunidad de Madrid, Navarra y País Vasco, serviría para contrastar los resultados obtenidos en esta tesis.

Se plantea aquí también la conveniencia de adaptar la proporción de biocarburantes a la previsión de que en 2020 será mayoritaria la producción mundial de etanol, en línea con la tendencia actual global de mayor consumo de gasolinas frente a los gasóleos. Por ello, sería pertinente profundizar en las alternativas que corresponda para la producción específica de bioetanol en los ámbitos nacional y regional.

Además, sería interesante continuar la investigación respecto a la posibilidad de impulsar la puesta en marcha de una biorrefinería en la Comunidad de Madrid, alternativa apoyada por los agentes sociales y cuyas aplicaciones van mucho más allá de la obtención de biocarburantes.

Finalmente, resultaría de interés contrastar la capacidad de influencia de las centrales importadoras de materias primas o biocarburantes frente a las abastecidas con materias primas de origen nacional, en términos de desarrollo endógeno.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. Al Epígrafe I

ILUSTRACIÓN 3

DEMANDA ENERGÉTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

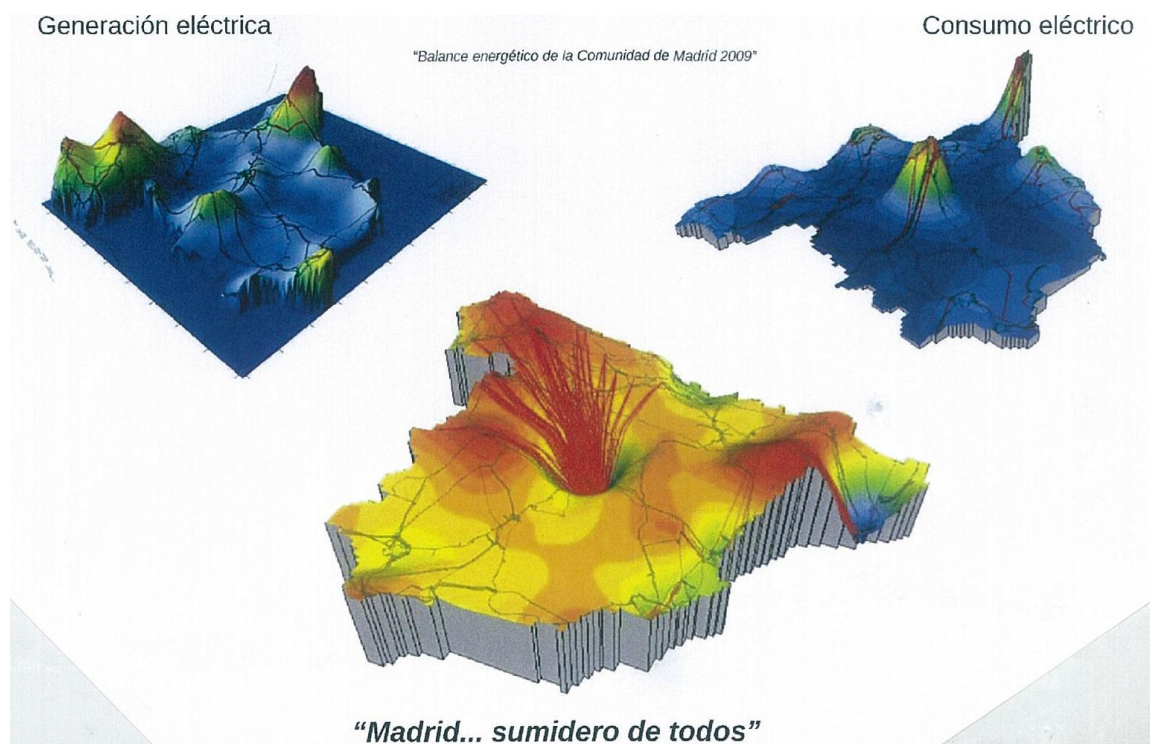
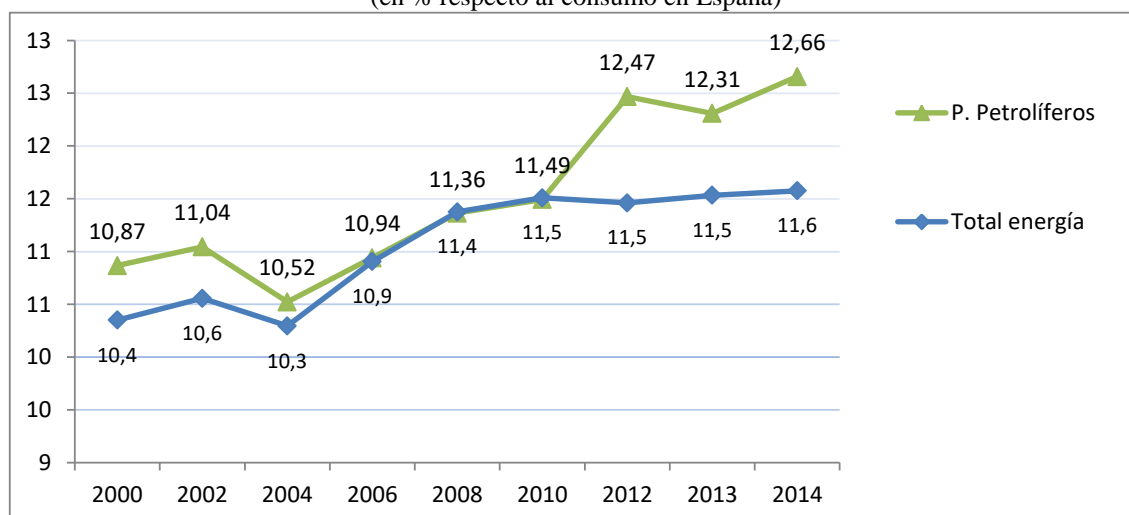


GRÁFICO 26

CONSUMO ENERGÉTICO Y DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS EN LA CAM

(en % respecto al consumo en España)



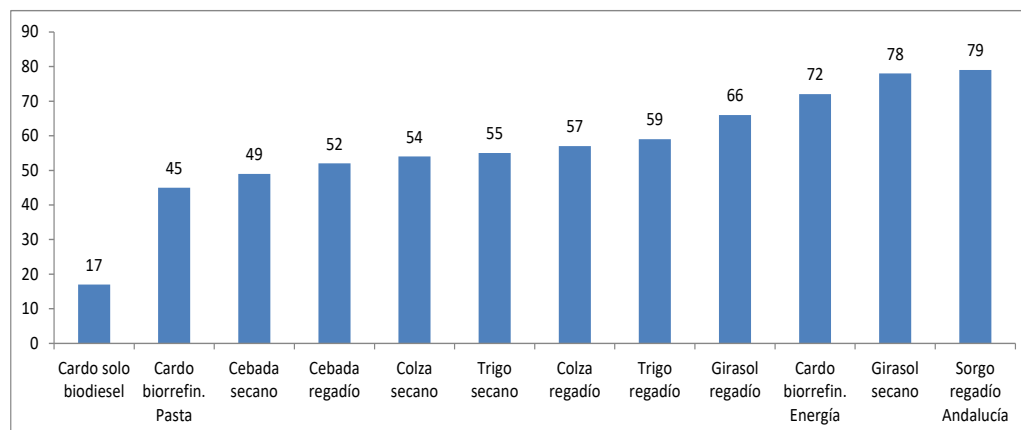
Fuente: datos extraídos de Fenercom (2009 y 2015).

ANEXO 2. Al Epígrafe II

GRÁFICO 27

AHORRO EMISIONES GEI EN CULTIVOS PARA PRODUCIR BIOCARBURANTES EN ESPAÑA

(g de CO₂ equivalente/ MJ de biocombustible producido)



Nota. Bioetanol: a partir de trigo y cebada. Biodiesel: a partir de girasol, colza, cardo y sorgo.

Fuente: Lechón, Y. et al. (2011), p. 85.

TABLA 21

VALORES TÍPICOS Y POR DEFECTO DE REDUCCIÓN DE EMISIONES PARA BIOCARBURANTES PRODUCIDOS SIN CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO

(%)

Proceso producción biocarbicante	Reducción típica (1)	Reducción por defecto (2)
ETANOL		
Etanol remolacha azucarera	61	52
Etanol trigo (combustible proceso no especificado)	32	16
Etanol trigo (cogeneración, combustible lignito)	32	16
Etanol trigo (caldera convencional, combustible gas natural)	45	34
Etanol trigo (cogeneración, combustible gas natural)	53	47
Etanol trigo (cogeneración, combustible paja)	69	69
Etanol maíz, producción comunitaria (cogeneración, combustible gas natural)	56	49
Etanol caña azúcar	71	71
BIODIESEL		
Biodiésel colza	45	38
Biodiésel girasol	58	51
Biodiésel soja	40	31
Biodiésel aceite palma (proceso no especificado)	36	19
Biodiésel aceite palma (captura de metano en almazara)	62	56
Biodiésel aceites usados origen vegetal o animal	88	83
Aceite vegetal colza tratado con hidrógeno	51	47
Aceite vegetal girasol tratado con hidrógeno	65	62
Aceite vegetal palma tratado con hidrógeno (proceso no especificado)	40	26
Aceite vegetal palma tratado con hidrógeno (captura metano en almazara)	68	65
Aceite vegetal puro colza	58	57
FUTUROS BIOCARBURANTES (no existían o en cantidades insignificantes en enero 2008)		
Etanol paja de trigo	87	85
Etanol residuos maderera	80	74
Etanol maderera cultivada	76	70
Gasóleo Fischer-Trops de residuos maderera	95	95
Gasóleo Fischer-Trops de maderera cultivada	93	93
Dimetil-eter residuos maderera	95	95
Metanol residuos maderera	94	94
Metanol maderera cultivada	94	94
Metil-ter-butil de fuentes renovables	91	91

(1) Los valores típicos de reducción suponen una estimación del ahorro estimado de GEI de un proceso concreto de producción de biocarbicante.

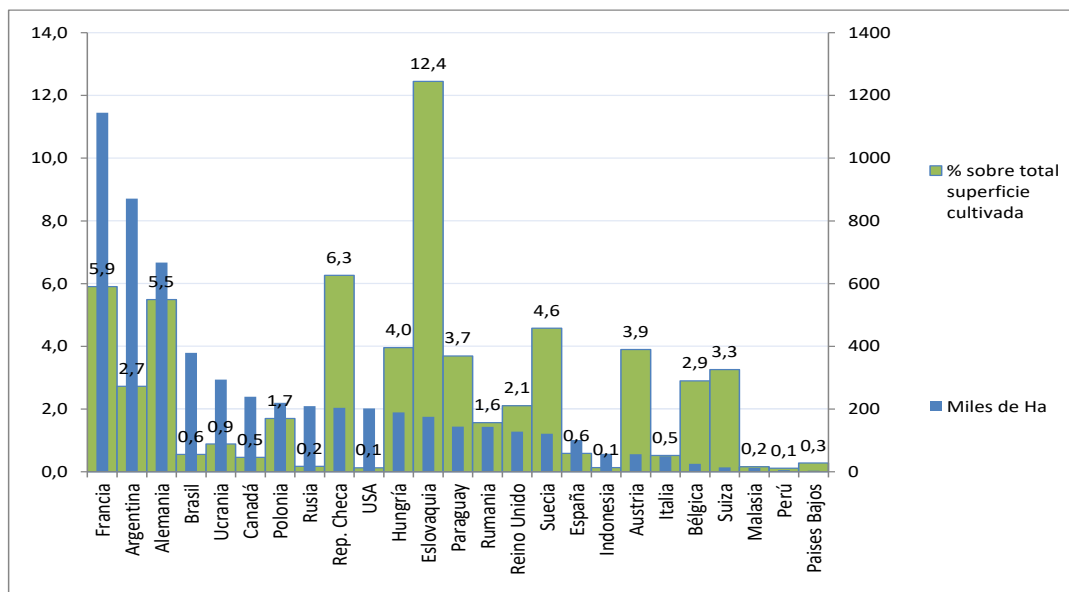
(2) Los valores de reducción por defecto son valores derivados de un valor típico por aplicación de factores predeterminados, y pueden utilizarse en circunstancias especificadas en la Directiva.

Fuente: Directiva 2009/28/CE (Anexo V), p. 52.

GRÁFICO 28

USO DE LA TIERRA EN PAISES ABASTECEDORES DE MATERIAS PRIMAS PARA FABRICAR BIOCARBURANTES EN UE, 2010

(miles Ha y %)

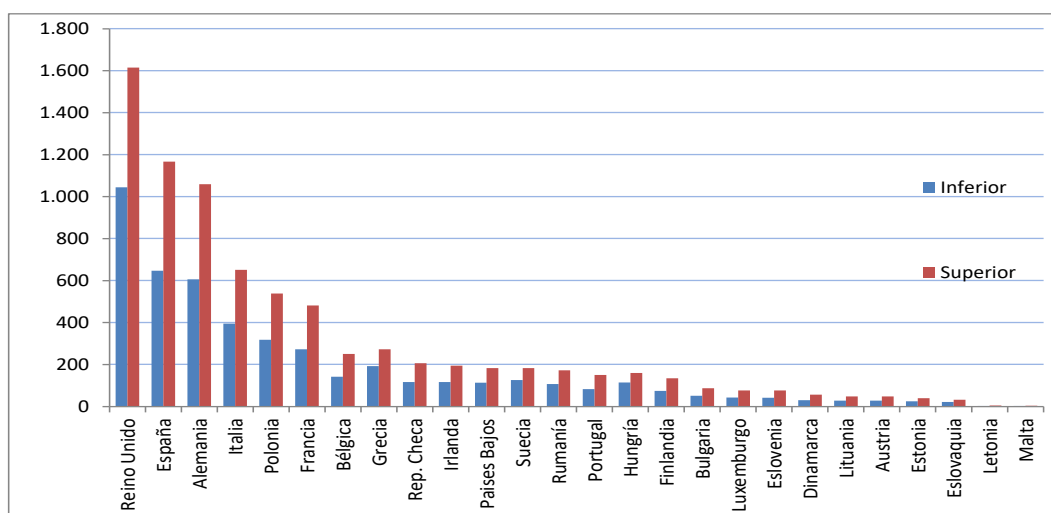


Fuente: datos extraídos de Hamelinck, C. et al. (2012), pp. 248-250.

GRÁFICO 29

ESTIMACIÓN DEL CAMBIO DE USO DE LA TIERRA (ILUC) ASOCIADO AL AUMENTO DE DEMANDA DE BIOCARBURANTES EN 2020 EN LA UE

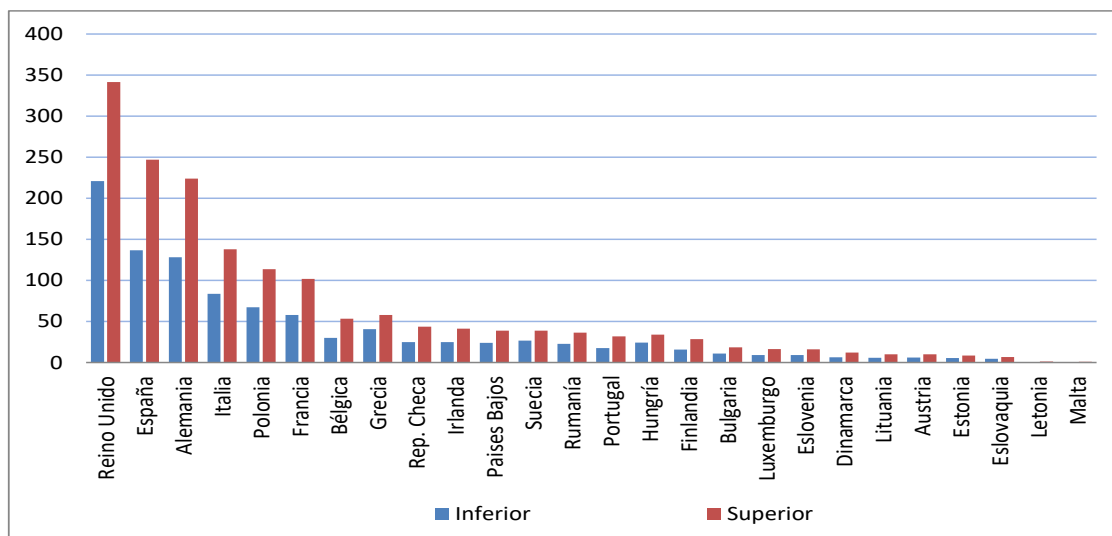
(Miles Ha)



Fuente: datos extraídos de Bowyer, C. (2011), p. 15.

GRÁFICO 30

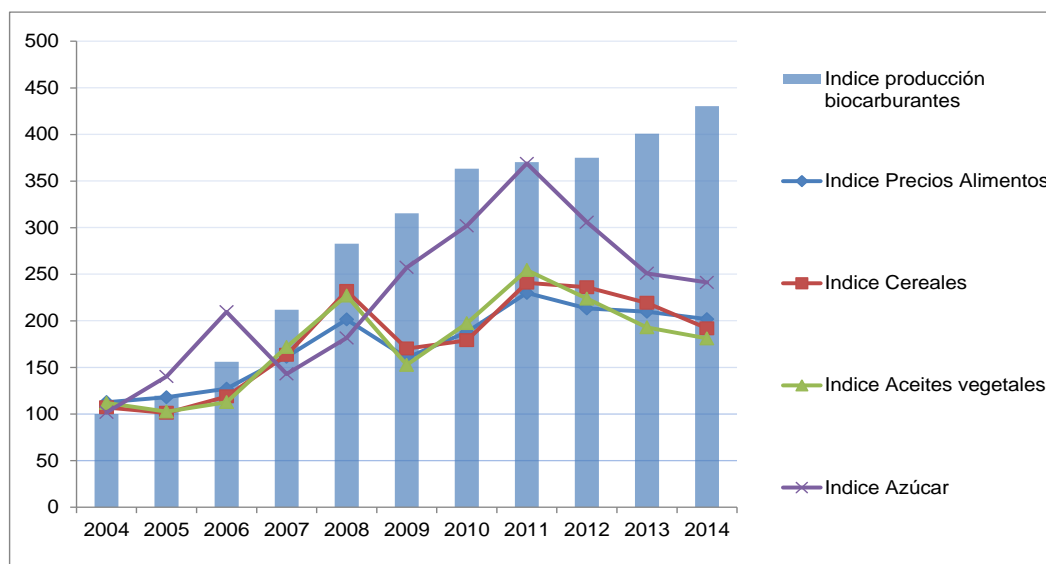
ESTIMACIÓN DE EMISIONES GEI POR USO DE BIOCARBURANTES EN 2020 EN LA UE, CONSIDERANDO ILUC
(Mt CO₂ equ)



Fuente: datos extraídos de Bowyer, C. (2011), p. 17.

GRÁFICO 31

PRECIO DE LOS ALIMENTOS, SEGÚN LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRÍCOLAS, Y PRODUCCIÓN DE BIOCARBURANTES, 2004-2014



Fuente: datos extraídos de FAO (2013) y British Petroleum (2015).

ANEXO 3. Al Epígrafe III

GRÁFICO 32

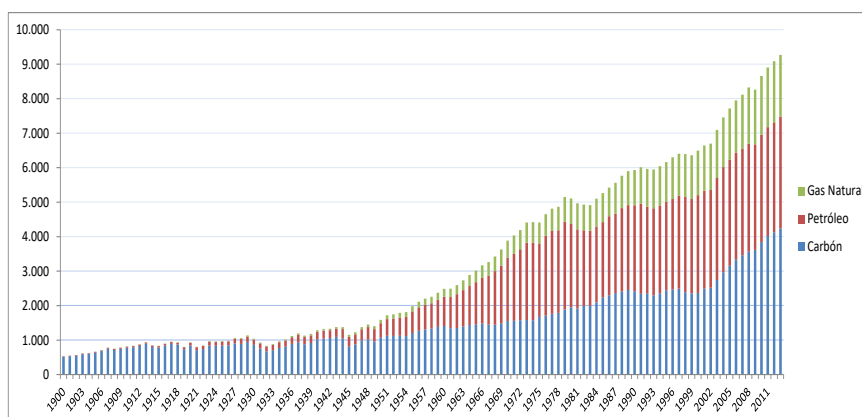
PRODUCCIÓN Y CONSUMO MUNDIALES DE PETRÓLEO, 2002-2014 (Miles de toneladas)



Fuente: datos extraídos de British Petroleum (2015), pp. 10-11.

GRÁFICO 33

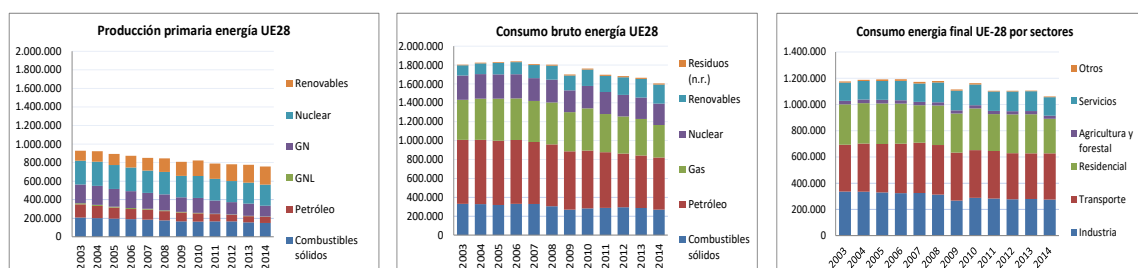
EMISIONES MUNDIALES GEI DE COMBUSTIBLES FÓSILES, 1900-2013 (millones toneladas de carbono)



Fuente: datos extraídos de Earth Policy Institute (2013), *Carbon emissions indicators*.

GRÁFICO 34

PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA EN UE28, 2003-2014 (miles toneladas equivalentes petróleo)

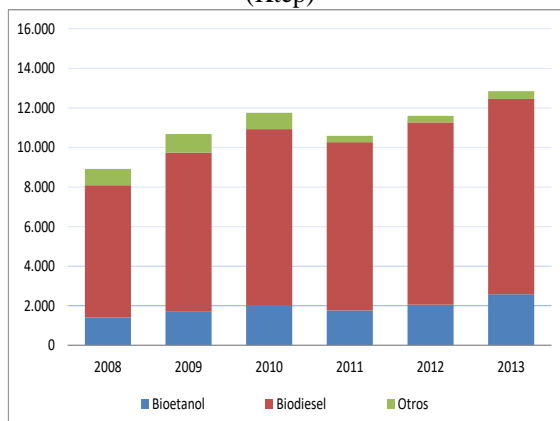


Nota: Producción primaria= extracción de productos energéticos desde fuentes naturales para obtener una forma utilizable. Consumo bruto= consumo final+pérdidas distribución+pérdidas transformación+diferencias estadísticas (Consumo final= suma de energía abastecida a los consumidores finales para todo tipo de usos energéticos).

Fuente: datos extraídos de Eurostat, *Estadísticas de la Energía*.

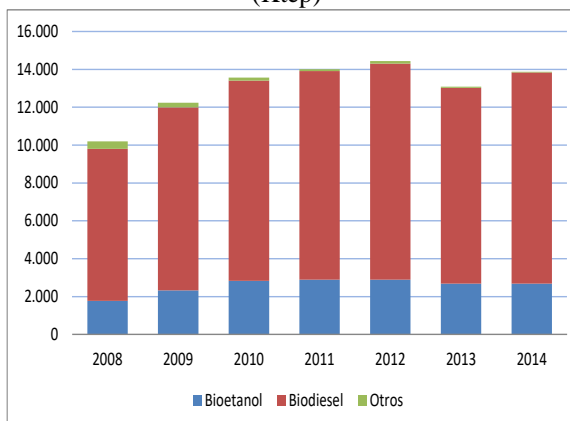
GRÁFICO 35

**PRODUCCIÓN DE BIOCARBURANTES
POR TIPO EN LA UE, 2008-2013**
(Ktep)



Fuente: datos extraídos de Eurostat, Estadística Energía.

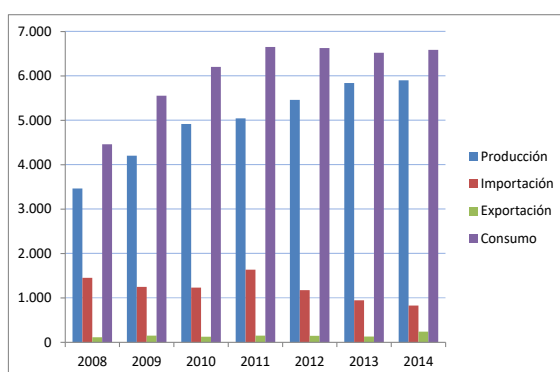
**CONSUMO DE BIOCARBURANTES EN
SECTOR TRANSPORTE UE27, 2008-2014**
(Ktep)



Fuente: datos extraídos de EurObserver (2015), pp. 3-4.

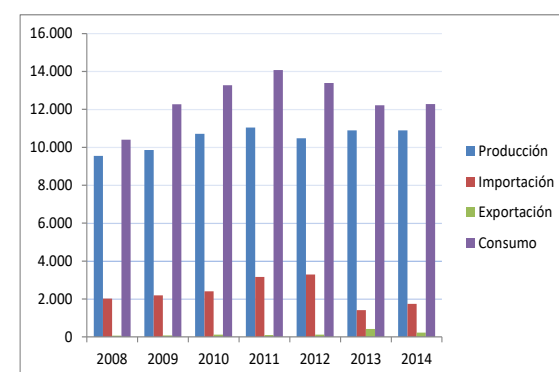
GRÁFICO 36

BIOETANOL EN LA UE27, 2008-2014
(Miles Tn)



Fuente: datos extraídos de USDA (2014), p. 12.

BIODIESEL EN LA UE27, 2008-2014
(Miles Tn)



Fuente: datos extraídos de USDA (2014), p. 20.

TABLA 22

PLANTAS PRODUCTORAS DE BIOCARBURANTES AVANZADOS EN UE

País	Proceso	Biocarburante	Materia prima	Capacidad (millones litros/año)	Año inicio
TERMOQUÍMICAS					
Finlandia	H	HVO	Aceites y grasas	420 (2 líneas)	2009
Países Bajos	H	HVO	Aceites y grasas	960	2011
Finlandia	H	HVO	Aceite de palma	100	2014
Italia	H	HVO	TallOil	500	2014
Países Bajos	P/FT	Metanol	Glicerina	250	2010
España	H	HVO	Aceites y grasas	51 (3 plantas)	2011
BIOQUÍMICAS					
España	HL/F	Etanol	Residuos municipales	1,5	2013
Italia	HL/F	Etanol	Paja de trigo	20	2013

Nota: BtL= biomasa líquida; DME= dimetil eter; F= fermentación; FT= síntesis Fischer Tropsch; G= gasificación; H= hidrogenación; HVO= aceites vegetales hidrotratados; HL= hidrólisis; OS= síntesis oxigenada; P= pirolisis.

Fuente: USDA (2014), p. 27.

TABLA 23

OBJETIVOS DE BIOCARBURANTES PARA TRANSPORTE EN PAÍSES PRODUCTORES

	Nacionales		Provinciales	
	Bioetanol	Biodiesel	Bioetanol	Biodiesel
Angola	E10			
Argentina	E10	B10		
Australia	E6		Queensland: E5	NS Wales: B2
Bélgica	E4	B4		
Brasil	E27,5	B7		
Canadá	E5	B2	Alberta: E5 British Columbia: E5 Manitoba: E8,5 Ontario: B2, B3 Saskatchewan: E7,5	Alberta: B2 British Columbia: B4 Manitoba: B2 Ontario: E5 Saskatchewan: B2
China			E10 en 9 provincias	
Colombia	E8			
Costa Rica	E7	B20		
Ecuador		B5		
Etiopía	E10			
Guatemala	E5			
India	E5			
Indonesia	E3	B5		
Italia	0,6% avanzados 2018, 1% a 2022			
Jamaica	E10			
Malasia		B5		
Mozambique	E15 en 2020, E20 desde 2021			
Noruega		B3,5		
Panamá	E10 a 2016			
Paraguay	E25	B1		
Perú	E7,8	B2		
Filipinas	E10	B2		
SudAfrica	E5			
Corea del Sur	B2,5, B3 a 2018			
Sudan	E5			
Tailandia	E5	B5		
Turquía	E2			
Ukrania	E5, E7 a 2017			
Estados Unidos	Hawai: E10 Louisiana: E2 Minnesota: E20 Missouri: E10 Montana: E10	Louisiana: B2 Massachusetts: B5 Minnesota: B10 Nuevo México: B5 Oregón: B5		
Uruguay	E5	B5		
Vietnam	E5			
Zimbabwe	E5 a E15			

Fuente: REN21 (2015), p. 156.

RECUADRO 1

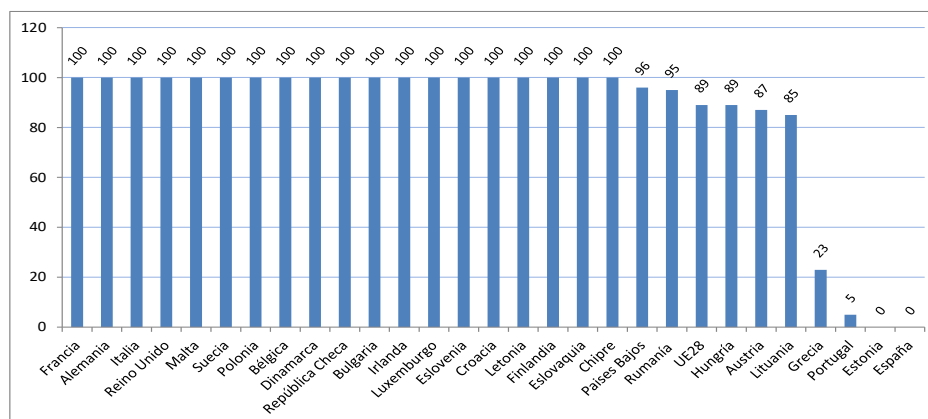
CLASIFICACIÓN DE BIOCARBURANTES AVANZADOS

- **Biomasa líquida (BtL):** carburante sintético procedente de biomasa y obtenido mediante procesos termoquímicos (Fisher-Tropsch). En experimentación, no comercializado a gran escala.
- **Etanol celulósico (EC):** obtenido a partir de lignocelulosa, materia vegetal que a partir de hierbas, madera y residuos municipales o agrícolas. Esta tecnología ha alcanzado la fase de desarrollo comercial en Europa y EEUU, aunque aún está sujeta a incertidumbres (1).
- **Biodimetileter (Bio-DME):** producido a partir de un amplio abanico de materiales biomásicos mediante procesos termoquímicos similares al BtL.
- **Gas natural biosintético (Bio-SNG):** se obtiene mediante gasificación de materiales celulósicos (residuos forestales, cultivos energéticos) (2).
- **Bioaceite-Biocrudo:** a partir productos naturales (residuos forestales, residuos agrícolas, residuos de papel y orgánicos) sometidos a pirólisis y conversión termoquímica, se obtienen biocrudos estables y concentrados, compatibles con tecnologías capaces de refinarlos y convertirlos en biocarburantes avanzados. En proceso de demostración industrial (Finlandia, Canadá, Suecia).
- **Biocarburantes de algas:** de tercera generación. Las algas tienen el potencial de producir grandes cantidades de biomasa y lípidos por Ha, pudiendo cultivarse en terrenos marginales, lagunas y fotobiorreactores. Múltiples proyectos de demostración en el VII Programa Marco I+D (3).
- **Hidrocarburos a partir de catálisis de biomasa:** tecnología que puede convertir numerosas materias primas, incluyendo cultivos energéticos no alimentarios, en combustibles (4).
- **Biocarburantes via biología sintética y metabolismo modificado:** técnicas biológicas complejas basadas en el diseño de microorganismos capaces de producir moléculas de carburante o mejorar la eficiencia del proceso, combinando características microbianas (biología sintética), u optimizando procesos celulares para aumentar la producción de determinada sustancia capaz de convertirse en biocarburantes avanzados (metabolismo modificado) (5).

- (1) Empresas productoras: Abengoa Bioenergy, American Process, Beta Renewables, Bluefire Renewables, Clariant, Enkern, Fiberight, Fulcrum Bioenergy, Inbicom Biomass Refinery, Ineos Bio, Iogen Corporation, Kior, Lanzthec, Mascoma, Poet-DSM, y ZeaChem.
- (2) Centrales en fase de proyecto demostrativo: Biomass Gasification Technology Assessment (2012), Biomass CHP Plant (Gussing), GoBiGas (Suecia), Gaya Demonstration Power, Birmingham Biopower Plant, Cortus WoodRoll Technology –Suecia-, EON Bio2G Project –Suecia-, Concord Blue –Alemania-, y Sundrop Fuels, o Rentech.
- (3) Empresas como Sapphire Energy Inc, se proponen la producción industrial de este biocarburante.
- (4) Procesos demostración: Virent's BioForming process, Avantium Furanics o CatchBio Project.
- (5) Proyectos de Amyris Inc, Global Bioenergies, Renewable Energy Group Inc. LS9, y Joint BioEnergy Institute.
- Fuente: Advanced Ethanol Council (ABBC) 2013, pp. 3-19.

GRÁFICO 37

BIOCARBURANTES CERTIFICADOS COMO SOSTENIBLES, 2014 (%)

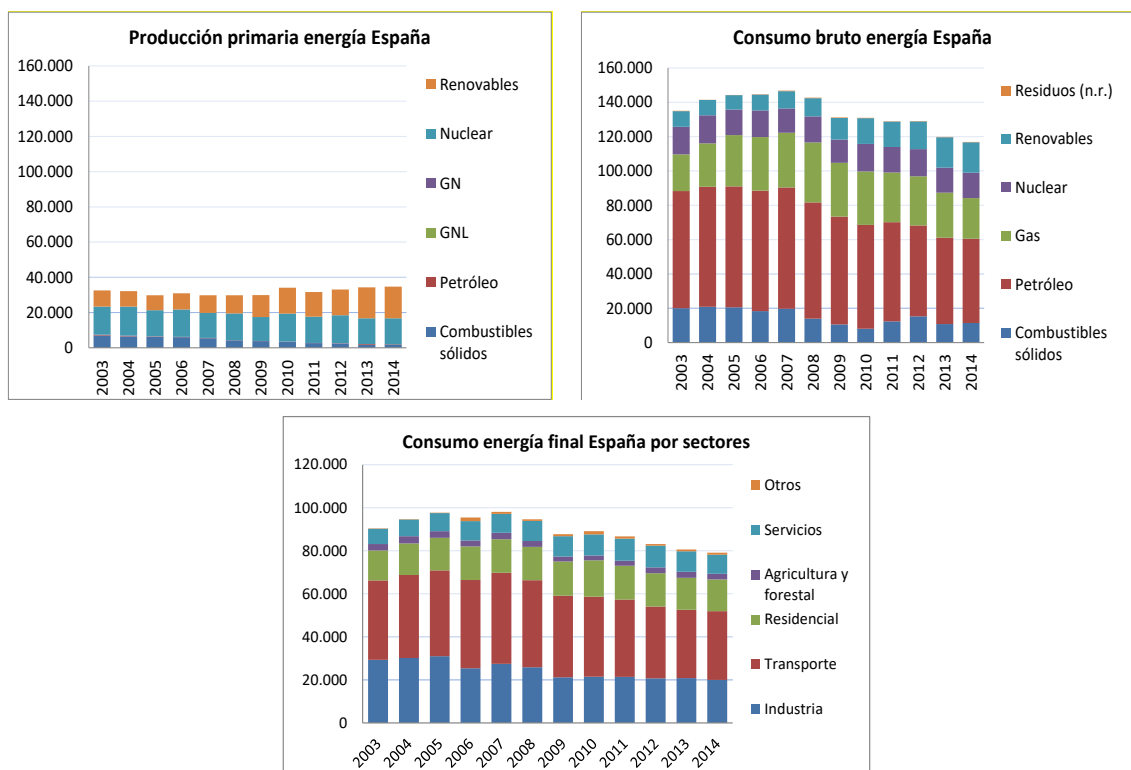


Fuente: EurObserver (2015), p. 3.

ANEXO 4. Al Epígrafe IV

GRÁFICO 38

PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA POR PRODUCTOS Y SECTORES, ESPAÑA, 2003-2014 (Ktep)

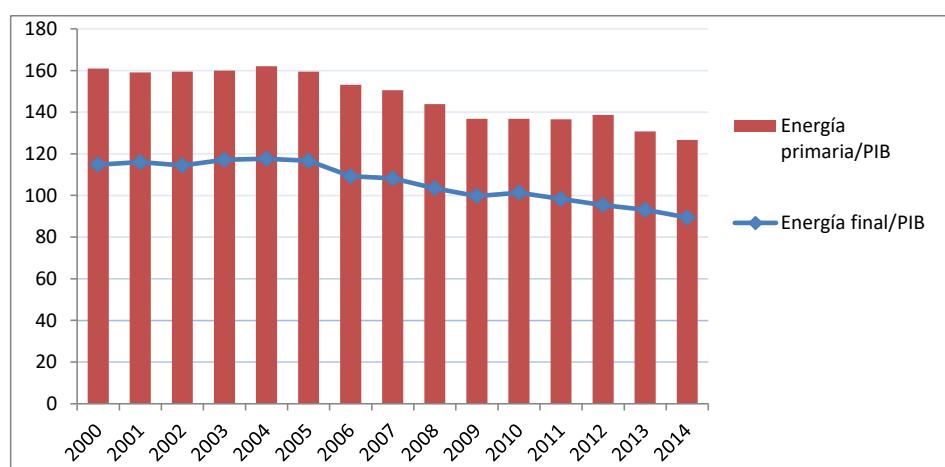


Nota: Producción primaria= cualquier extracción de productos energéticos desde fuentes naturales para obtener una forma utilizable. Consumo final= suma de la energía abastecida a los consumidores finales para todo tipo de usos energéticos. Consumo bruto= consumo final+pérdidas de distribución+pérdidas de transformación+diferencias estadísticas.

Fuente: datos extraídos de Eurostat, *Estadísticas de la Energía*.

GRÁFICO 39

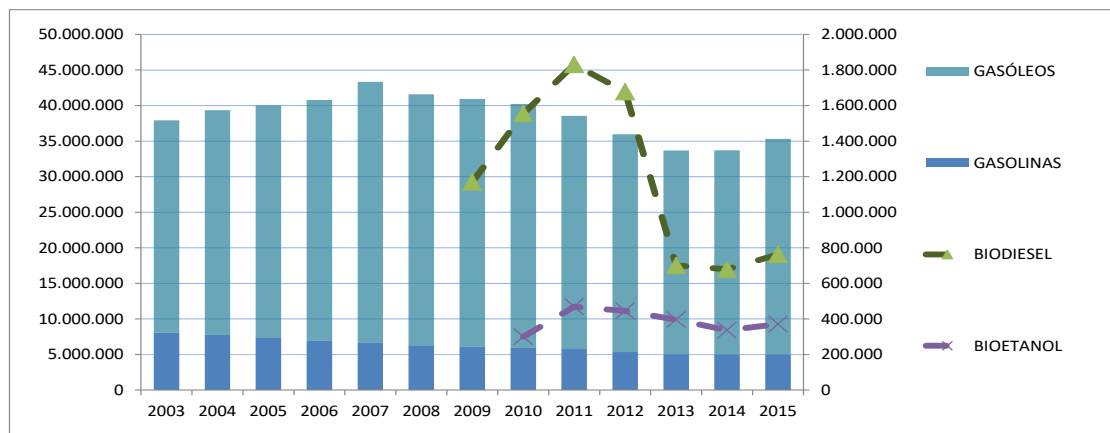
INTENSIDAD ENERGÉTICA EN ESPAÑA, 2000-2014 (Tep/millón € 2005)



Fuente: datos extraídos de Minetur (2014), p. 26.

GRÁFICO 40

CONSUMO DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS EN ESPAÑA, 2003-2015 (Toneladas)

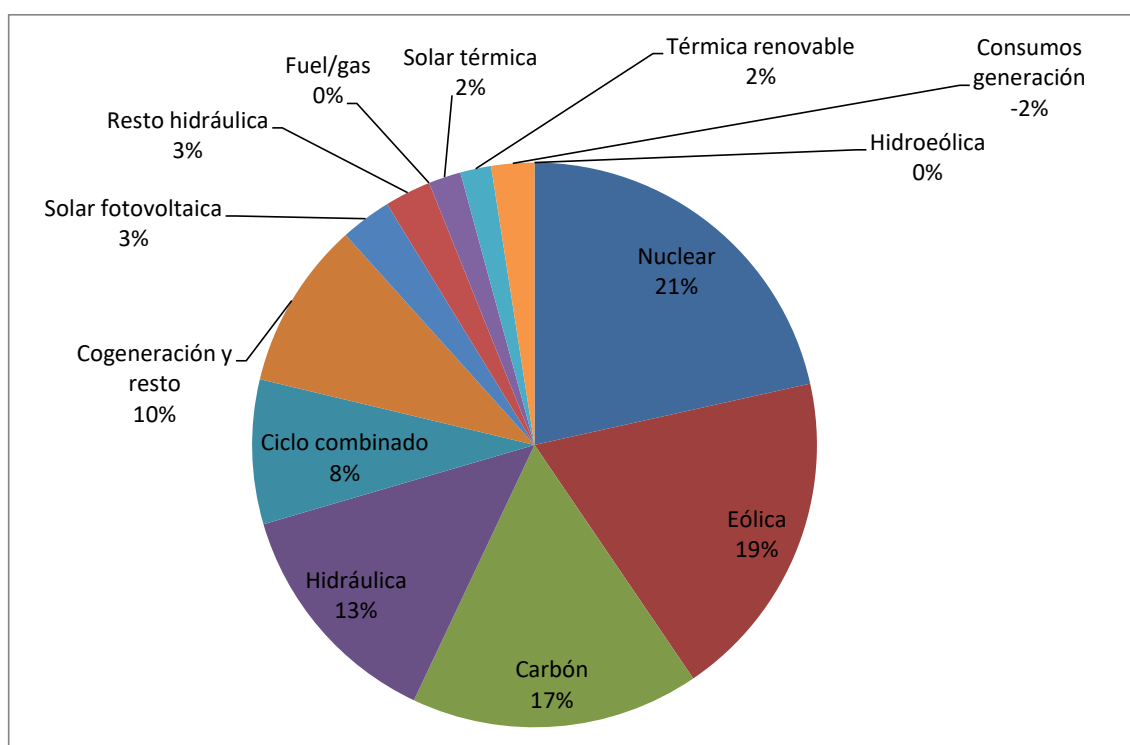


Nota: se reflejan únicamente gasóleos y gasolinas porque son los aplicables al transporte por carretera; faltan otros como fuelóleos (16,6% en 2014, aplicable a plantas de energía eléctrica, calderas y hornos) o querosenos (9,8%, aplicable al transporte de aeronaves, embarcaciones pesqueras, grúas).

Fuente: datos extraídos de CNMC, *Estadísticas de productos petrolíferos*.

GRÁFICO 41

PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD EN ESPAÑA POR COMBUSTIBLES, 2014 (en %)



Fuente: Red Eléctrica Española (REE) (2014), p. 34.

TABLA 24

CUOTA DE ENERGÍA RENOVABLE EN EL TRANSPORTE PARA ESPAÑA, 2005-2020
(ktep)

	A	B	C	D
2005	366	0	0	366
2010	1.802	0,1	50	1.852
2011	1.833	0,9	55	1.890
2012	1.927	3,1	55	1.987
2013	1.950	6,8	60	2.020
2014	2.477	12,3	65	2.560
2015	2.695	30,6	161	2.902
2016	3.004	48,3	170	3.247
2017	3.209	66,5	175	3.484
2018	3.416	84,6	232	3.774
2019	3.624	103,6	242	4.022
2020	3.885	122,9	252	4.322

A. Previsión del consumo de fuentes de energía renovable (FER) en el sector de los transportes (incluye todas las FER utilizadas en los transportes, como la electricidad, el hidrógeno y el gas procedentes de fuentes de energía renovables y excluyendo los biocarburantes que no cumplen los criterios de sostenibilidad.

B. Previsión del consumo de electricidad procedente de FER en el sector del transporte por carretera.

C. Previsión del consumo de biocarburantes obtenidos de desechos, residuos, materias celulósicas no alimentarias y materias lignocelulósicas en el sector de los transportes.

D. Previsión relativa a contribución de FER a los transportes para objetivo FER-T: $(C)+(2,5-1) \times (H)+(2-1) \times (I)$

Fuente: Minetur (2011), p. 48.

TABLA 25

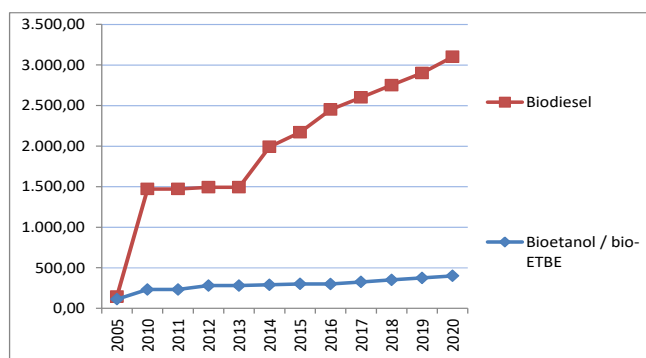
MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA EL SECTOR BIOCARBURANTES (PANER 2011-2020)

Denominación	Resultado esperado	Sector de destino
Desarrollo de especificaciones técnicas para B30 y E85, e incorporación a la normativa española de calidad carburantes	Mejorar control de calidad de biocarburantes y aumentar confianza en el sector	Sector industrial, petrolero y logístico
Diseño e implantación de sistema AENOR de aseguramiento de la calidad en los procesos de producción de biocarburantes	Mejorar control de calidad de biocarburantes y aumentar confianza en el sector	Sector industrial, petrolero y logístico
Diseño e implantación de sistema de control de sostenibilidad en toda la cadena de valor de los biocarburantes comercializados en España, de acuerdo con la Directiva 2003/28/CE	Potenciar el análisis de la sostenibilidad	Sector agrario, industrial, petrolero y logístico
Mantenimiento y adaptación del esquema obligación de uso de biocarburantes en el transporte, más allá de 2010	Aumentar la demanda de biocarburantes	Sector agrario, industrial, petrolero y logístico
Programa Nacional de Apoyo al Desarrollo Tecnológico en el sector de los biocarburantes: 2G y biorrefinerías.	Impulso del desarrollo tecnológico	Sector industrial, petrolero y logístico
Actuación de las administraciones primando compra vehículos garantizados para el uso de mezclas etiquetadas de biocarburantes en sus flotas y en la otorgación de concesiones de transporte.	Aumentar la demanda de biocarburantes	Administraciones y sector automoción

Fuente: Minetur (2011), p. 62.

GRÁFICO 42

**ESTIMACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE BIOCARBURANTES PARA ALCANZAR LOS
OBJETIVOS VINCULANTES DE RENOVABLES EN EL CONSUMO BRUTO DE ENERGÍA
FINAL EN EL TRANSPORTE 2020 (Ktep)**



Nota: estimación realizada según metodología de la Directiva 2009/28/CE.
Fuente: datos extraídos de Minetur (2011), p. 164.

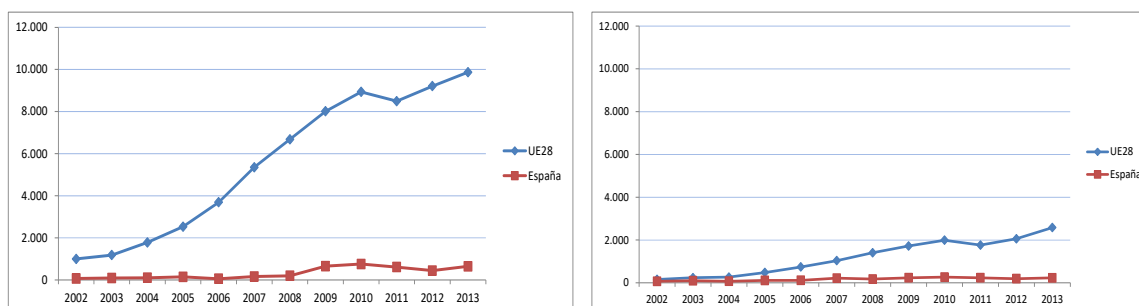
Objetivos obligatorios mínimos de biocarburantes en contenido energético (%)	2016	2017	2018	2019	2020
	4,3	5	6	7	8,5

Fuente: datos extraídos de Real Decreto 1085/2015, p. 115437.

GRÁFICO 43

PRODUCCIÓN BIODIESEL UE28 Y ESPAÑA
(miles Tep)

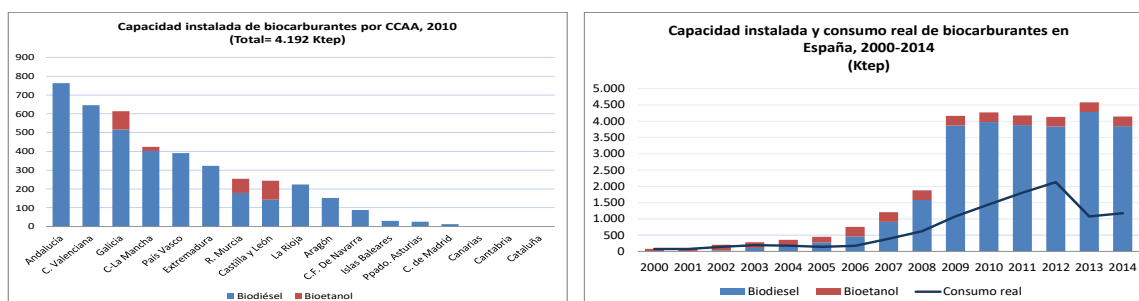
PRODUCCIÓN ETANOL UE28 Y ESPAÑA
(miles Tep)



Fuente: datos extraídos de Eurostat, *Estadística de Energía*.

GRÁFICO 44

CAPACIDAD INSTALADA DE BIOCARBURANTES EN ESPAÑA

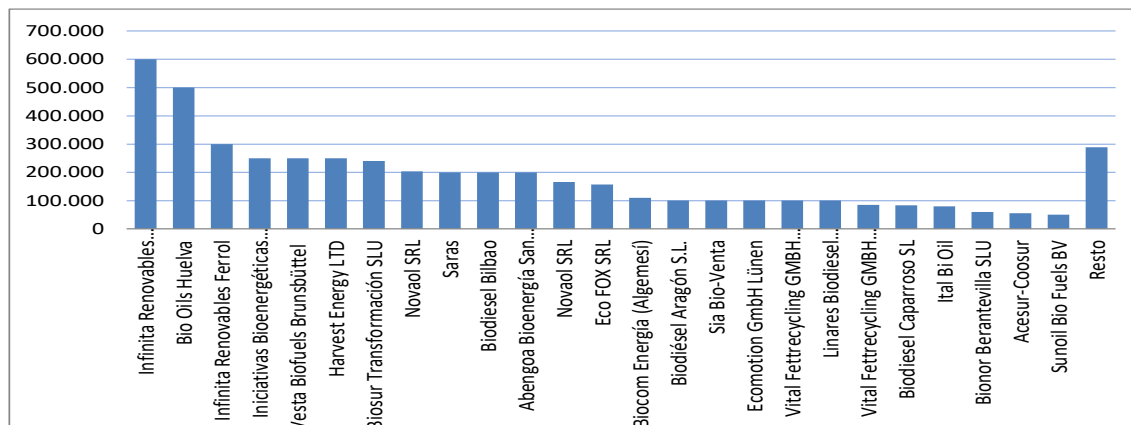


Fuente: datos extraídos de IDAE (2011), p. 6.

Fuente: datos extraídos de IDAE, *Informe Estadístico E. Renov.* (<http://informeestadistico.idae.es/t8.htm>)

GRÁFICO 45

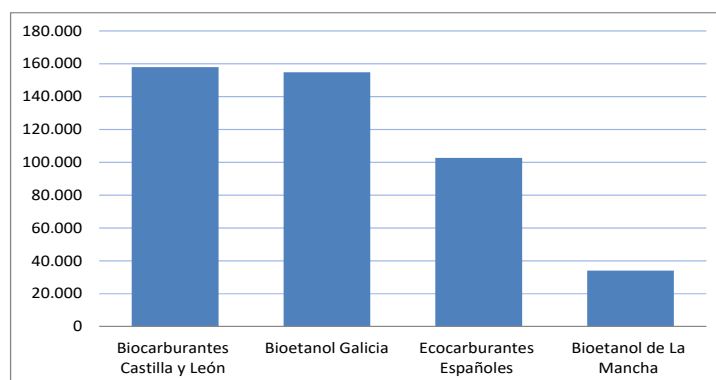
REPARTO DE CUOTAS DE BIODIÉSEL EN ESPAÑA, SEGÚN RD. 24/02/2014
(Tm/año)



Fuente: datos extraídos de Resolución de 24 de enero de 2014, de la Secretaría de Estado de Energía, p. 5.

GRÁFICO 46

INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL/BIOETBE EN ESPAÑA, 2013
(Tm/año)

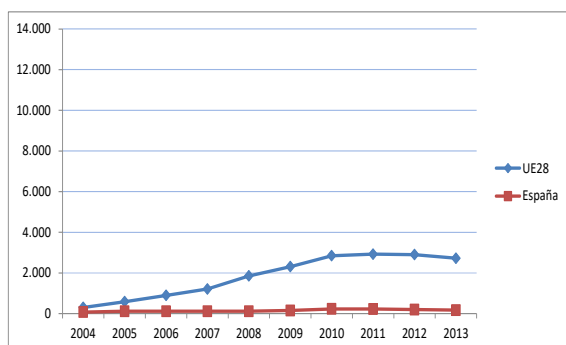


Nota: Instalaciones registradas en SICBIOS

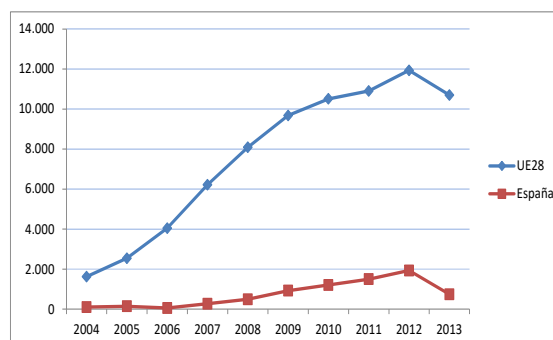
Fuente: datos extraídos de CNMC (2014), p. 268.

GRÁFICO 47

CONSUMO BIODIESEL UE28 Y ESPAÑA
(miles Tep)

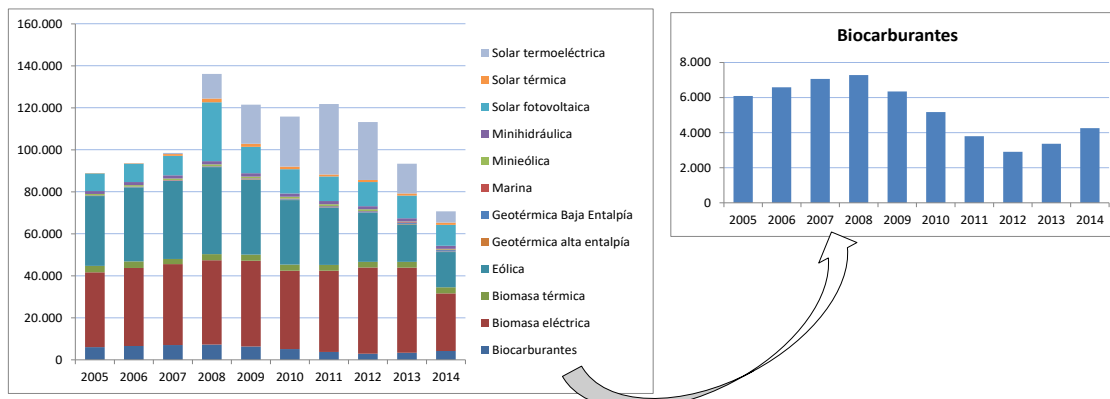


CONSUMO BIOETANOL UE28 Y ESPAÑA
(miles Tep)



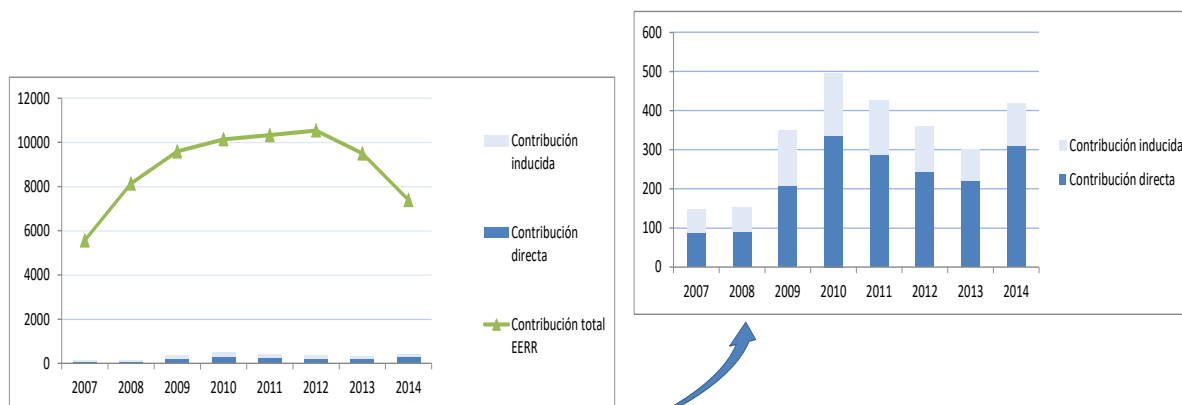
Fuente: datos extraídos de Eurostat, *Estadística de la Energía*.

GRÁFICO 48
EMPLEO DEL SECTOR DE LAS RENOVABLES POR TECNOLOGÍAS EN ESPAÑA, 2005-14
(número empleos)



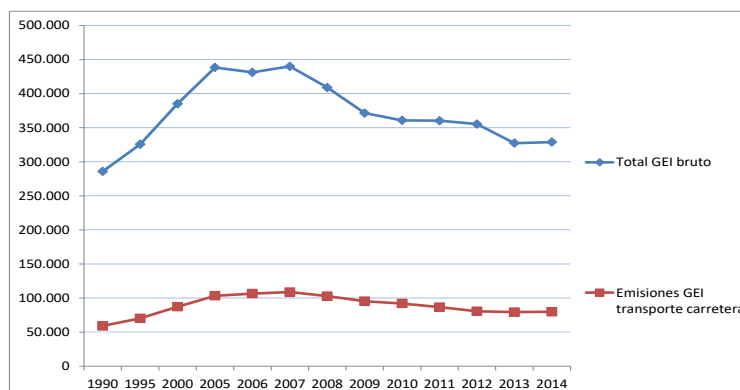
Fuente: datos extraídos de APPA (2014), varias pag.

GRÁFICO 49
APORTACIÓN DE RENOVABLES Y BIOCARBURANTES AL PIB EN ESPAÑA, 2007-14
(Millones €)



Fuente: datos extraídos de APPA (2014), p. 38.

GRÁFICO 50
EMISIONES GEI TOTALES Y DEBIDAS AL TRANSPORTE EN ESPAÑA, 1990-2014
(Miles ton CO₂ eq)



Nota: GEI = gases de efecto invernadero.

Fuente: datos extraídos de Mapama (2016a), pp. 120-121.

TABLA 26

FACTORES EMISION CO2 BIOCARBURANTES

(g/kg)

Tipo Biocarburante	CO2 (g CO2/kg combustible)
Bioetanol	
E5	2,957
E10	2,856
E85	1,342
E100	1,04
Biodiesel	
B100	1,947
B30	2,681

Nota: los biocarburantes comercializados en 2011 en España habrían permitido una reducción estimada global de emisiones GEI del 35% por el uso de biodiesel y del 66% por el uso de bioetanol, respecto del carburante convencional que sustituyen.

FACTORES EMISION GASOLINA Y GASÓLEO PARA TURISMOS

(g/kg)

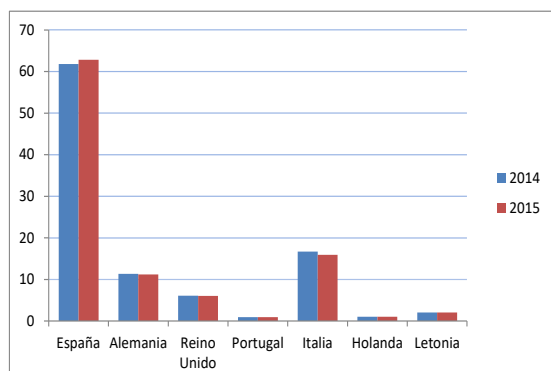
	CO	COVNM	NOx	MP	N2O	NH3	SO2	CH4	CO2
Gasolina	28,738	2,632	4,08	0,03	0,06	0,732	0,015	0,389	3,058
Gasóleo	1,686	0,285	12,274	1,04	0,123	0,018	0,015	0,014	2,995

Fuente: CNE (2013a), p. 13.

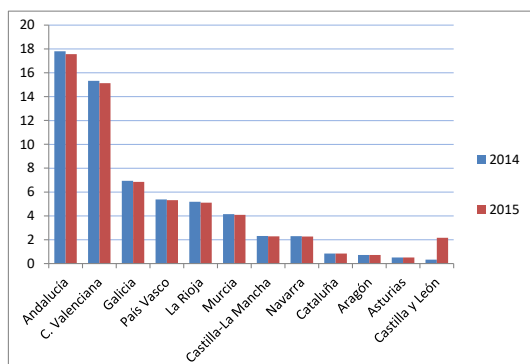
GRÁFICO 51

ASIGNACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL EN ESPAÑA, 2014-2015

DISTRIBUCIÓN DE CUOTAS POR PAÍSES (%)



DISTRIBUCIÓN DE CUOTAS POR CCAA (%)



Fuente: Resolución de 24 de enero de 2014, de la Secretaría de Estado de Energía (Anexo I).

RECUADRO 2

POSICIÓN ORGANISMOS SECTOR PÚBLICO SOBRE BIOCARBURANTES

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM)

- Según FENERCOM, aunque el empleo de bioetanol puede ayudar a la reducción global de emisiones de CO₂, su utilización, sin embargo, puede agravar otros problemas medioambientales, tales como el incremento de la emisión de compuestos orgánicos volátiles, responsables de la generación de ozono.
- Además, la fuerte demanda de biocombustibles procedentes de cereales, e incluso de aceites usados, puede amenazar los precios de los alimentos básicos.
- Sin embargo, desde el punto de vista social, revitaliza las economías rurales y el sector agroindustrial, al ser necesario aumentar la producción de determinadas plantas, mejorando el aprovechamiento de tierras de escaso valor agrícola, que a medio plazo terminan siendo abandonadas por la escasa rentabilidad de los cultivos tradicionales.
- Con independencia de las controversias sociales y políticas que ello comporte y sin menoscabo del medio ambiente, a la par que se impulsa el mercado agrícola y se benefician las zonas rurales, es necesario desarrollar ayudas públicas e implementarse beneficios fiscales, para alcanzar una más rápida expansión y mayor competitividad de los biocarburantes.
- El Plan de Acción de la UE para el fomento de los combustibles alternativos y los biocarburantes por carretera expone una estrategia para la sustitución del 20% de los combustibles diesel y de gasolina en el sector del transporte por carretera en 2020. A corto plazo se posicionan los biocarburantes de primera generación, a medio plazo el GLP y el gas natural, y a largo plazo los biocarburantes avanzados y el H₂ en motores de combustión interna. Integran los nuevos sistemas de propulsión los vehículos eléctricos enchufables, vehículos híbridos, y el H₂ con pila de combustible.
- En 2012, según el último informe mensual publicado por la CNE se alcanzaron los objetivos de obligado cumplimiento global: 8,5% (frente a 6,5% obligatorio). En 2013 se aprobaron mediante la Ley 11/2013 nuevos objetivos (4,1% global, 4,1% para biocarburantes en diésel y 3,9% para biocarburantes en gasolina), inferiores debido al fin de la tributación a tipo cero.
- Respecto al aprovechamiento de residuos de aceites vegetales para la elaboración de biocarburantes, hay un problema de vacío legal, ya que el residuo que se recoge en la calle es municipal. Por este motivo las empresas lo recogen en las comunidades de vecinos”. Por otro lado actualmente no es un enfoque rentable: se recogen 0,6l/familia/mes, siendo una cantidad insuficiente. Además requiere un tratamiento específico previo a su utilización como carburante.

Fuente: elaboración propia a partir de Fenercom (2007, 2008 y 2014).

Agencia Andaluza de la Energía (AAE)

- Según este organismo, los biocarburantes son la única opción a corto y medio plazo para:
Disminuir significativamente las emisiones GEI en el sector transporte.
Reducir la dependencia del petróleo
Introducir las energías renovables en el transporte
- Además son compatibles con las estructuras y sistemas actuales y no requieren grandes inversiones.
- Y representan una oportunidad económica para el sector rural europeo y mundial
- Andalucía lidera la capacidad instalada de biodiesel en España (no hay producción de bioetanol), que representa el 16,3% del consumo de carburantes para automoción en la región.
- El Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 impulsaba la realización de campañas para el fomento del uso de biocarburantes, disponía un aumento del número de biogasolineras en la Comunidad Autónoma, fomentaba su utilización en el transporte público de viajeros y se proponía el objetivo de realizar un programa de biocarburantes.
- Este organismo considera que las Administraciones públicas en todos los ámbitos muestran un apoyo decidido a los biocarburantes, por beneficios ambientales, energéticos y estratégicos y compatibilidad con vehículos.
- Además entiende que es posible y positivo su consumo más allá de la obligación marcada por el Ministerio.

Fuente: elaboración propia a partir de Sánchez Astillero, A. (2010).

Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC)

- Según la CNMC, no es conveniente eliminar los objetivos individuales en diésel y en gasolina, ya que previsiblemente se produciría un impacto negativo sobre los productores de bioetanol y sobre la inversión en investigación y desarrollo de las tecnologías productivas de este producto, lo que podría suponer un retroceso en los avances ya producidos.
- Para cumplir con la cuota del 10% establecida en la Directiva 2009/28/CE para 2020 los objetivos de venta o consumo de biocarburantes con fines de transporte en España deberían reiniciar su senda creciente (hasta el 8,5% en 2020), pero garantizando que se siguen introduciendo biocarburantes en ambos tipos de carburantes.
- A este mismo fin, el porcentaje de biocarburantes producidos a partir de cereales, cultivos ricos de almidón, azúcares y oleaginosas y otros cultivos con fines energéticos en tierras agrícolas, no podrá superar el 7% dentro del objetivo global establecido para las renovables en el transporte para 2020. Para cumplir este límite y alcanzar el objetivo del 10% de la Directiva 2009/28/CE será necesario aumentar en el futuro, tanto la participación de los biocarburantes que no sean de primera generación, como la de las renovables en electricidad en el transporte por carretera y ferrocarril.
- El Real Decreto 1085/2015 dispone que, por orden del Ministerio de Industria, Energía y Turismo se podrá establecer un objetivo de venta y consumo de biocarburantes avanzados, si bien no se fija un objetivo indicativo, señalando además que se definirá el factor multiplicador del contenido energético de cada uno de estos biocarburantes avanzados mediante Resolución del Secretario de Estado de Energía.
- Se establece la posibilidad para los distribuidores de biocarburantes al por menor de suministrar a distribuidores al por menor de productos petrolíferos. En este caso deberán inscribirse previamente en el registro de los impuestos especiales, para acreditar el cumplimiento de los objetivos de venta o consumo.
- Respecto a las emisiones GEI, desde el 1 de enero de 2016 se pone fin al periodo de carencia para la aplicación del periodo transitorio de la sostenibilidad de los biocarburantes y biolíquidos establecido en la disposición transitoria única del Real Decreto 1597/2011, lo que afecta a los usuarios de gasolina y gasóleo o diésel, operadores al por mayor de gases licuados del petróleo, comercializadores de gas natural, y gestores de carga del sistema de energía eléctrica. Ante las diversas obligaciones de reducción de emisiones en vigor, se considera más conveniente que a nivel europeo, existiera una única regulación y mecanismo de control y notificación asociados. Por otro lado, los biocarburantes para uso en aviación, deberían también ser sostenibles.
- También se regula la información precisa y obligatoria que deberán ofrecer los titulares de las instalaciones de distribución al por menor de productos petrolíferos, no integradas en la red de un operador al por mayor, que deseen acogerse a la posibilidad de publicitar el origen de los productos que comercializan. Se sugiere que esta regulación se pueda aplicar a cualquier instalación de distribución al por menor de productos petrolíferos (cualquiera de las contenidas en el artículo 44 de la Ley de Hidrocarburos, no sólo las estaciones de servicio).

Fuente: elaboración propia a partir de CNMC (2015).

POSICIÓN ORGANISMOS SECTOR PRIVADO SOBRE BIOCARBURANTES

Asociación de Empresas de Transporte de la Región Centro (ATRADICE)

- La utilización de biocarburantes contribuye a la reducción de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. Concretamente, el biodiesel no emite dióxido de azufre, lo que ayuda a prevenir la lluvia ácida y disminuye la concentración de partículas en suspensión emitidas, metales pesados, monóxido de carbono, hidrocarburos aromáticos policíclicos y de compuestos orgánicos volátiles. La utilización de biocarburantes supone una notable reducción de las emisiones CO₂ y otros GEI, favoreciendo el cumplimiento del protocolo de Kioto.
- Al ser fácilmente biodegradables, los biocarburantes no inciden en la contaminación de suelos. Es una energía renovable, reduce la dependencia energética y podría ayudar a estabilizar el precio del combustible.
- Los biocarburantes constituyen una oportunidad para un desarrollo agrícola alternativo. La extensión de cultivos energéticos ayuda a financiar a la población rural, manteniendo niveles de trabajo y renta, y fomentando la creación de industrias agrarias.
- El sector industrial productor de biocarburantes tiene algunas trabas para comercializarlo, que se pueden convertir en oportunidad de alianza estratégica para el sector transporte:
 - a. Problemas de distribución y logística: la Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH) no tiene capacidad de almacenamiento diferenciado para biocarburantes, lo que dificulta su puesta a disposición del consumidor e impide el acceso al mercado de gran consumo. Los productores necesitan flotas cautivas que dispongan de sus propios depósitos y acuerdos de suministro con flotas para dar salida a estos productos;
 - b. La norma exige al operador disponer de reservas estratégicas que garanticen el suministro, que actualmente no existen ya que no hay producción suficiente de biodiesel, lo que implica una limitación para el acceso directo al mercado. Los productores de biocarburantes necesitan acuerdos de suministro para potenciar la comercialización y llegar a una producción que permita abaratar los costes y cumplir con las exigencias de reservas estratégicas; estos acuerdos proporcionan publicidad y sirven para divulgar beneficios y garantías de biocarburantes, aumentando la confianza del consumidor;
 - c. Problemas en obtención de materias primas para producir biodiesel: el aceite reciclado no es recomendable porque tiene un tratamiento caro, y obtener biomasa a partir de cereales o girasol está sometido a la inestabilidad de precios del mercado ya que la materia prima se utiliza para usos alimenticios, lo que la encarece, por lo que actualmente se utiliza para obtener biomasa el excedente de producción alimentaria del mercado nacional o internacional. La solución a medio plazo es utilizar cultivos energéticos. En 2012 finalizaron las subvenciones del PAC, lo que dará una nueva orientación a la política agraria con nuevas oportunidades para el cultivo energético.
 - d. Al biodiesel se le aplica los mismos requisitos técnicos que al carburante fósil, lo que en la práctica limita su comercialización, ya que no se comercializa puro (100% biocarburante), ni en mezclas del 15% o del 20% de biocarburante, ya que estos porcentajes no cumplirían la normativa técnica.
- Atradice considera imprescindible que Gobierno y administraciones autonómicas desarrollen una política energética intervencionista que fomente la producción y consumo de biocarburantes, por cuanto su utilización además de reducir las emisiones de CO₂ contribuye a reducir la dependencia energética, influyendo en el mercado de combustible y la seguridad del abastecimiento energético a medio y largo plazo, contribuyendo al desarrollo de la agricultura local, y facilitando la estabilidad del precio del combustible, por lo que propone:
 - a) deducción fiscal del 10% sobre la cuota íntegra positiva o minorada del Impuesto de Sociedades y en el IRPF en régimen de estimación directa, para aquellos empresarios que acrediten que consumen biocarburantes, y en proporción al consumo realizado;
 - b) devolución del impuesto de Venta Minorista de Hidrocarburos, que previamente ha sido devengado e incorporado al precio de venta al público;
 - c) eliminación de limitación de exenciones, reducciones o deducciones fiscales que se pueden aplicar a los biocarburantes, que está frenando las inversiones en el sector de los biocarburantes;
 - d) desarrollo de normativa reguladora de control de calidad de biocarburantes en el sector automoción, puros o mezclados con carburantes convencionales, a los efectos de regular los requisitos para la comercialización de biocarburantes en distintos grados de mezcla con gasóleo o gasolina, de forma que se pueda comercializar gasóleo BD10, BD20, etc., lo que facilitaría su comercialización;
 - e) desarrollo de la normativa adecuada para controlar la calidad de los biocarburantes y habilitar un sistema de distribución adecuado, lo que proporcionará mayor seguridad al consumidor;
 - f) fomentar que los fabricantes e importadores de vehículos garanticen la plena compatibilidad de sus motores con biocarburantes; incrementar el importe de las ayudas que fomenten la producción agrícola con cultivos energéticos, incentivando los contratos de agricultores locales con empresas transformadoras.
- La Federación Nacional de Asociaciones de Transportistas de España (Fenadismer) y la Federación Española Empresarial de Transporte de Viajeros (Asintra) critican la nueva fiscalidad de los biocarburantes, que dejaron de estar exentos de impuestos el 1 de enero de 2013. El cambio fiscal afecta a los usuarios de vehículos, ya que las gasolinas y gasóleos distribuidos en estaciones de servicio incorporan determinado porcentaje de biocombustibles, que hasta el cierre de 2012 no pagaba impuestos. Según la Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (CORES), el contenido medio de bioetanol en las gasolinas se situó en 2012 entre el 6% y el 7,5 %, mientras los gasóleos incorporaban entre un 8,1 % y un 9,8 % de biodiesel.

Fuente: elaboración propia a partir de ATRADICE (2005a y 2005b).

Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental (FUNSEAM)

- Las medidas de apoyo público otorgadas a los biocarburantes durante los últimos años les han permitido superar el umbral del 3% de la energía total empleada en el transporte por carretera a nivel mundial. Sin embargo, la dependencia de ayudas públicas supone una clara debilidad de la industria de los biocarburantes, que debería evolucionar hacia un modelo de negocio menos vulnerable basado en la búsqueda de la competitividad en costes con los carburantes fósiles a los que sustituyen. En este sentido, el coste de producción de los biocarburantes convencionales sigue siendo mayor que el de los carburantes fósiles, con la única excepción del bioetanol producido en Brasil a partir de caña de azúcar. El coste de la materia prima representa el principal concepto dentro de la estructura de costes de los biocarburantes convencionales (entre el 60 y el 90%). Dado que las posibilidades de mejora de eficiencia operativa son reducidas, la evolución de costes de producción de este tipo de biocarburantes vendrá determinada por la evolución de precios de las materias primas en los mercados internacionales.
- Pocas alternativas de biocarburantes serán competitivas con los carburantes fósiles tanto a corto como a largo plazo. Los escenarios comparativos de competitividad en costes de los biocarburantes presentan una elevada sensibilidad a diversos factores, entre los que el precio del crudo es uno de los más relevantes, dado que los productos petrolíferos se emplean en buena parte de los procesos de cultivo o recogida de las materias primas, de su transporte y de su transformación en biocarburantes.
- La producción de biocarburantes avanzados es más cara que la de convencionales, pero son menos sensibles a la evolución del precio de las materias primas; además, dado que los costes de capital son más altos que para los convencionales, su potencial de reducción es mayor. Las alternativas tecnológicas de transformación (como la pirolisis rápida) que pudieran presentar mejores perspectivas de reducción de costes se encuentran aún en un estadio muy prematuro de desarrollo, por lo que es improbable que alcancen una escala comercial antes de 2020.
- La industria de biocarburantes está en un momento crítico. El reto de la transición hacia los biocarburantes producidos a partir de materias primas que no compitan con usos alimentarios humanos o animales es clave en esa evolución, ya que permitirá vencer las reticencias que se han generalizado en torno al impacto medioambiental y social de los biocarburantes. Para afrontar éste y otros retos se está conformando un modelo de negocio más integrado. Este nuevo modelo se percibe en la cadena de valor de la industria de los biocarburantes avanzados, en la que se configuran distintas combinaciones de integración vertical para maximizar las capacidades diferenciales de cada agente (suministradores de materia prima, transformadores, proveedores de tecnología y compañías petroleras) y de compartir los riesgos asociados a los nuevos proyectos de biocarburantes de segunda y tercera generación. Y también es perceptible en la implantación del modelo operativo integrado de las denominadas “biorrefinerías”.

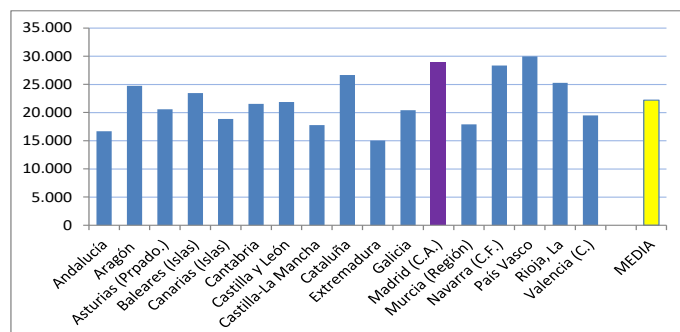
Fuente: elaboración propia a partir de Funseam (2014).

ANEXO 5. Al Epígrafe V

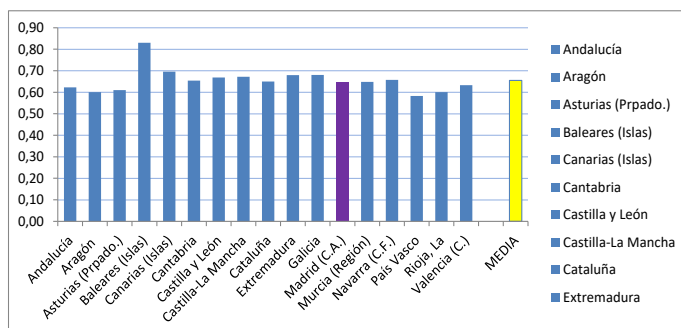
GRÁFICO 52

COMPARATIVA INTERAUTONÓMICA DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS, 2013

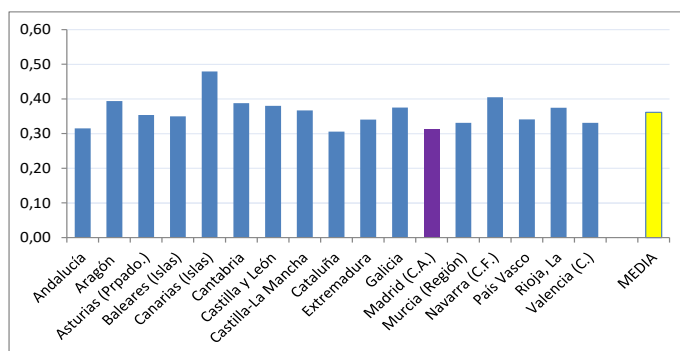
PIB (euros/habitante)



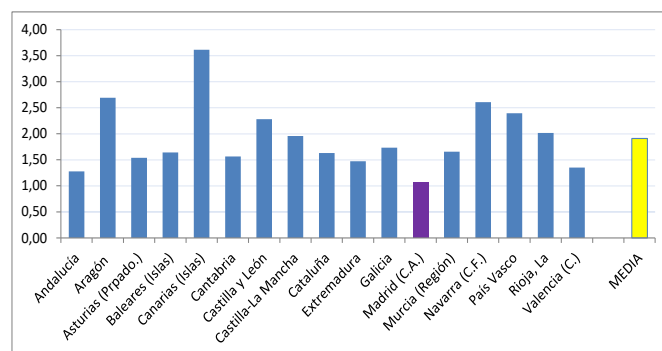
Red de carreteras (% respecto a superficie autonómica)



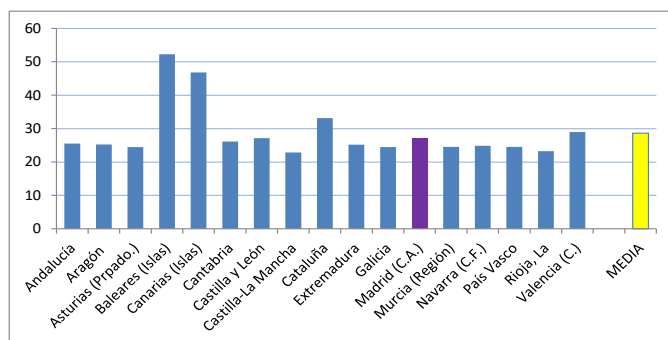
Consumo de Gasolina (ton/vehículo)



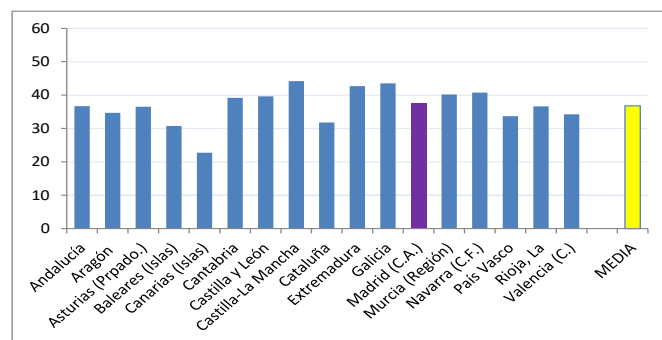
Consumo Diésel (ton/vehículo)



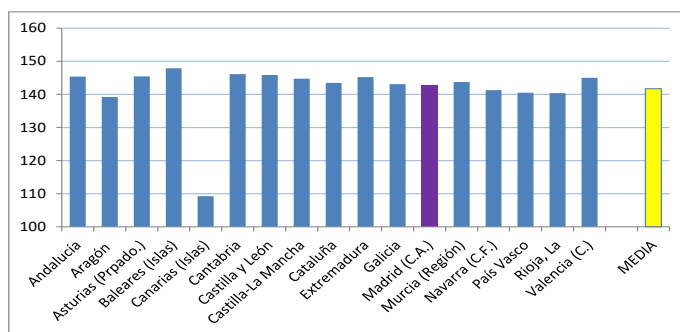
Parque vehículos gasolina (nº/100 hab)



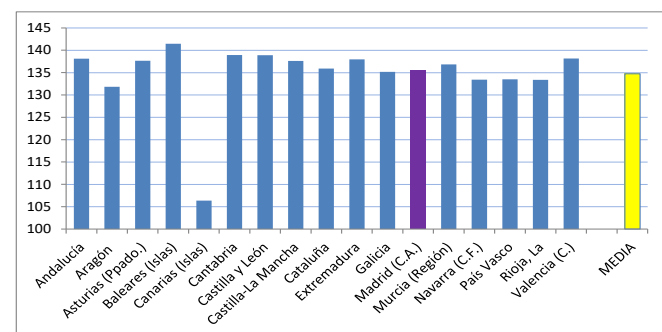
Parque vehículos diésel (nº/100 hab)



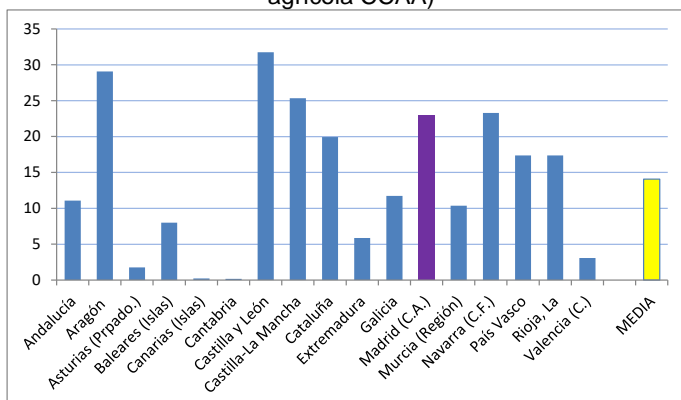
Precio gasolina 95 s/p (PVP) (cts €/l)



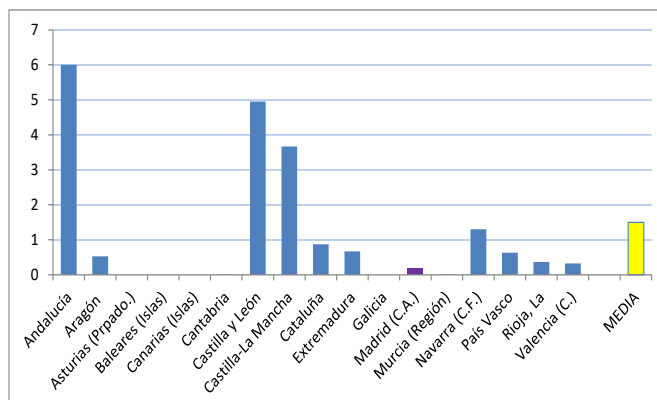
Precio gasóleo A (PVP) (cts €/l)



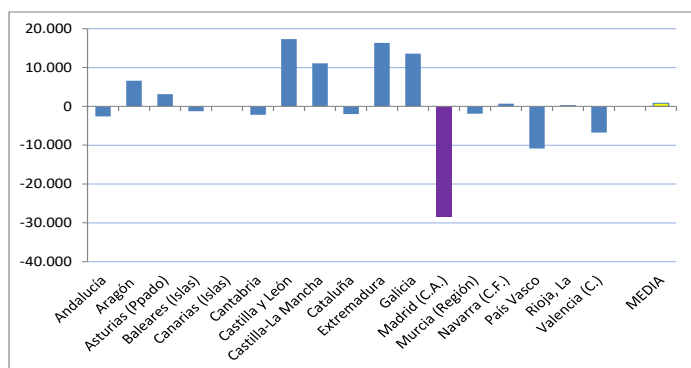
Superficie cereales grano y cultivos industriales (% sobre sup agrícola CCAA)



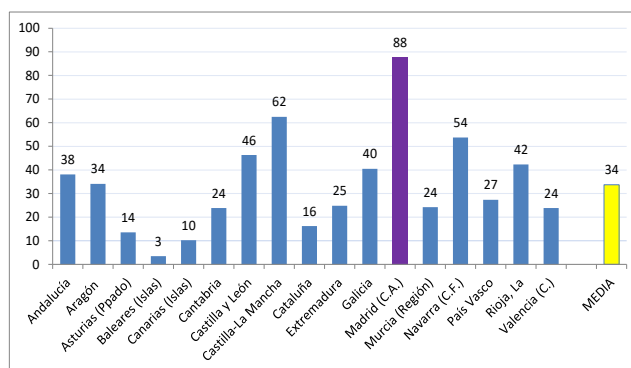
Superficie oleaginosas (% sobre sup agrícola CCAA)



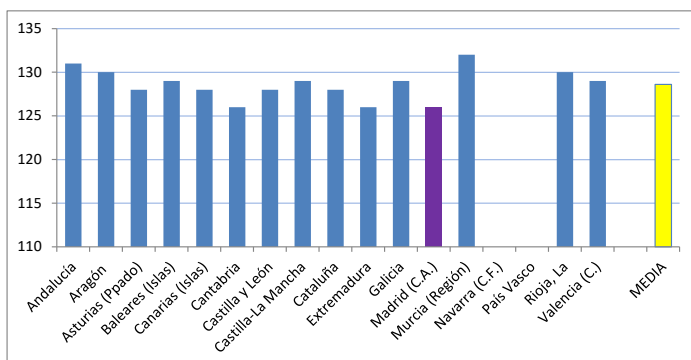
Balance energía eléctrica (GWh) (generación-demanda)



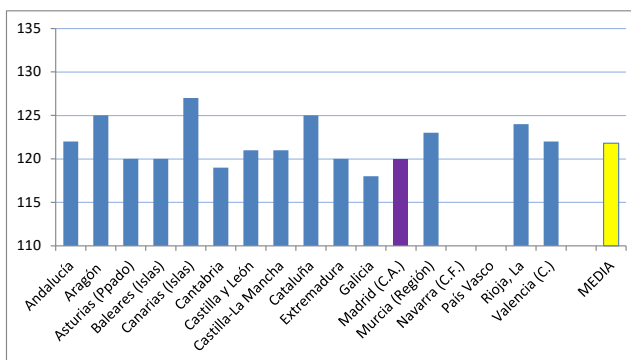
Potencia eléctrica instalada régimen especial* (% sobre total)



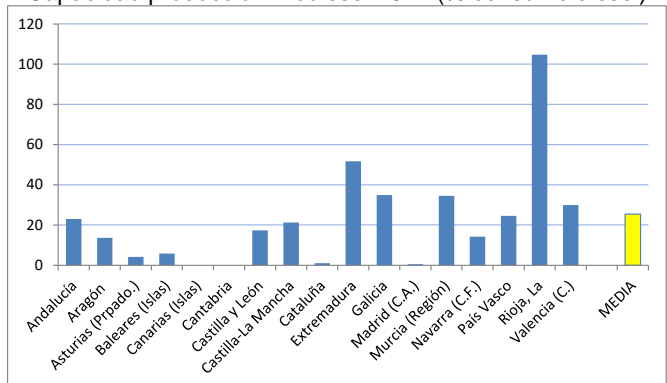
Emisiones medias CO2 por transporte (g/km) Gasolina



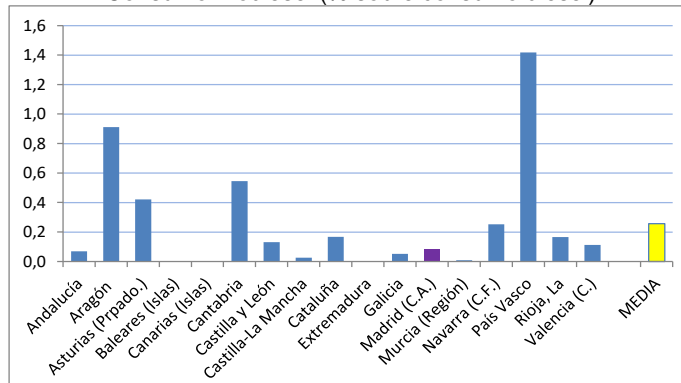
Emisiones medias CO2 por transporte (g/km) Diésel



Capacidad producción Biodiesel 2012 (% consumo diésel)



Consumo Biodiesel (% sobre consumo diésel)



(*)Régimen especial: pequeña hidráulica, eólica, solar, térmica renovable, térmica no renovable

Fuente: elaboración propia a partir de diversas fuentes.

TABLA 27
MATRIZ DE CORRELACIÓN PEARSON

		PIB per capita	Parque vehículos gasolina (nº/100 hab)	Parque vehículos diesel (nº/100 hab)	Consumo Gasolina (ton/vehículo)	Consumo Diesel (ton/vehículo)	Consumo Biodiesel (% sobre consumo diesel)	Capacidad producción biodiesel (ton)	Cereales grano y cultivos industriales (% sobre sup agrícola CCAA)	Total oleaginosas (% sobre superficie agrícola CCAA)	Precio gasolina 95 s/p (PVP) (cts €/l)	Precio gasóleo A (PVP) (cts €/l)	Emisiones medias CO2 por transporte (g/km) Total	Emisiones medias CO2 por transporte (g/km) gasolina	Emisiones medias CO2 transporte (g/km) diesel	Balance energía eléctrica (GWh)	Potencia eléctrica instalada régimen especial (% sobre total)	Red carreteras (% respecto a superficie autonómica)
PIB per capita	Correlación de Pearson	1																
	Sig. (bilateral)																	
	N	17																
Parque vehículos gasolina (nº/100 hab)	Correlación de Pearson	-,002	1															
	Sig. (bilateral)	,992																
	N	17																
Parque vehículos diesel (nº/100 hab)	Correlación de Pearson	-,210	-,750	1														
	Sig. (bilateral)	,419	,001															
	N	17	17															
Consumo Gasolina (ton/vehículo)	Correlación de Pearson	-,070	,312	-,308	1													
	Sig. (bilateral)	,789	,223	,229														
	N	17	17	17	17													
Consumo Diesel (ton/vehículo)	Correlación de Pearson	,164	,277	-,446	-,654	1												
	Sig. (bilateral)	,529	,281	,073	,000													
	N	17	17	17	17	17												
Consumo Biodiesel (% sobre consumo diesel)	Correlación de Pearson	-,528	-,275	-,131	,025	,273	1											
	Sig. (bilateral)	,029	,286	,618	,925	,290												
	N	17	17	17	17	17	17											
Capacidad producción Biodiésel 2012 (% consumo diesel)	Correlación de Pearson	,193	-,347	,360	,124	,171	-,076	1										
	Sig. (bilateral)	,458	,172	,156	,634	,510	,771											
	N	17	17	17	17	17	17	17										
Cereales grano y cultivos industriales (% sobre sup agrícola CCAA)	Correlación de Pearson	-,479	-,329	,294	-,094	,178	,179		1									
	Sig. (bilateral)	,052	,197	,252	,720	,495	,492		,403									
	N	17	17	17	17	17	17	17	17									
Total oleaginosas (% sobre superficie agrícola CCAA)	Correlación de Pearson	-,272	-,230	,263	-,143	-,052	-,163	,008	,431	1								
	Sig. (bilateral)	,290	,375	,308	,583	,844	,532	,977	,084									
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17								
Precio gasolina 95 s/p (PVP) (cts €/l)	Correlación de Pearson	,031	-,438	-,660	-,739	-,775	,025	,077	,209	,215	1							
	Sig. (bilateral)	,907	,078	,004	,001	,000	,923	,770	,421	,408								
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17							
Precio gasóleo A (PVP) (cts €/l)	Correlación de Pearson	,003	-,393	-,635	-,741	-,785	,000	,044	,182	,222	-,997	1						
	Sig. (bilateral)	,990	,119	,006	,001	,000	1,000	,865	,483	,391	,000							
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17						
Emisiones medias CO2 por transporte (g/km) Total	Correlación de Pearson	-,577	,198	-,067	-,073	-,321	-,566	-,515	-,227	,039	,005	,034	1					
	Sig. (bilateral)	,015	,446	,798	,780	,209	,018	,034	,380	,883	,985	,897						
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17					
Emisiones medias CO2 por transporte (g/km) gasolina	Correlación de Pearson	-,586	,175	-,032	-,093	-,346	-,568	-,511	-,224	,046	,036	,064	-,999	1				
	Sig. (bilateral)	,013	,502	,904	,723	,174	,017	,036	,387	,861	,892	,806	,000					
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17				
Emisiones medias CO2 transporte (g/km) diesel	Correlación de Pearson	-,573	,194	-,069	-,069	-,314	-,562	-,517	-,222	,035	-,004	,024	1,000	-,998	1			
	Sig. (bilateral)	,016	,456	,791	,793	,220	,019	,034	,392	,893	,927	,000						
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17			
Balance energía eléctrica (GWh)	Correlación de Pearson	-,537	-,118	,369	,343	,254	-,189	,158	,089	,294	,070	,063	,197	,205	,196	1		
	Sig. (bilateral)	,026	,652	,144	,178	,326	,468	,544	,735	,252	,788	,810	,448	,429	,451			
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17		
Potencia eléctrica instalada régimen especial (% sobre total)	Correlación de Pearson	,284	-,526	-,530	-,161	-,170	-,097	,266	-,638	,324	,189	,165	-,143	-,129	-,138	-,239	1	
	Sig. (bilateral)	,270	,030	,029	,538	,513	,710	,302	,006	,204	,467	,527	,585	,621	,597	,355		
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
Red carreteras (% respecto a superficie autonómica)	Correlación de Pearson	,330	-,309	-,373	,317	,243	,254	-,199	-,373	-,456	-,375	-,378	-,264	-,268	-,267	-,259	-,236	1
	Sig. (bilateral)	,195	,227	,140	,214	,347	,325	,445	,140	,066	,138	,134	,307	,298	,290	,315	,362	
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17

POSITIVA
FUERTE (0,76 a 1,00)
MODERADA (0,51 a 0,75)
DÉBIL (0,26 a 0,50)

NEGATIVA
FUERTE (-1,00 a -0,76)
MODERADA (-0,75 a -0,51)
DÉBIL (-0,50 a -0,26)

(Escala coeficientes correlación: Martínez Ortega R.M. et al., 2009).

H0: correlación nula

Nivel de confianza = 0,95 (1- α) y significación 0,05 (α).

Fuente: elaboración propia.

TABLA 28
MATRIZ DE CORRELACIÓN PEARSON (sin variables: *redcar*, *oleagprop*, *cereaprop* y *balelec*)

		Correlaciones													
		PIB per capita	Parque vehículos gasolina (nº/100 hab)	Parque vehículos diesel (nº/100 hab)	Consumo Gasolina (ton/vehículo)	Consumo Diesel (ton/vehículo)	Consumo Biodiesel (% sobre consumo diesel)	Capacidad producción biodiesel (ton)	Precio gasolina 95 s/p (PVP) (cts ¢)	Precio gasóleo A (PVP) (cts ¢)	Emisiones medias CO2 por transporte (g/km) Total	Emisiones medias CO2 por transporte (g/km) gasolina	Emisiones medias CO2 transporte (g/km) diesel	Potencia eléctrica instalada régimen especial (% sobre total)	
PIB per capita	Correlación de Pearson	1													
	Sig. (bilateral)														
	N	17													
Parque vehículos gasolina (nº/100 hab)	Correlación de Pearson	-,002	1												
	Sig. (bilateral)	,992													
	N	17	17												
Parque vehículos diesel (nº/100 hab)	Correlación de Pearson	-,210	-,750	1											
	Sig. (bilateral)	,419	,001												
	N	17	17	17											
Consumo Gasolina (ton/vehículo)	Correlación de Pearson	-,070	,312	-,308	1										
	Sig. (bilateral)	,789	,223	,229											
	N	17	17	17	17										
Consumo Diesel (ton/vehículo)	Correlación de Pearson	,164	,277	-,446	,854	1									
	Sig. (bilateral)	,529	,281	,073	,000										
	N	17	17	17	17	17									
Consumo Biodiesel (% sobre consumo diesel)	Correlación de Pearson	,528	-,275	-,131	,025	,273	1								
	Sig. (bilateral)	,029	,286	,618	,925	,290									
	N	17	17	17	17	17	17								
Capacidad producción biodiesel (ton)	Correlación de Pearson	,193	-,347	,360	,124	,171	-,076	1							
	Sig. (bilateral)	,458	,172	,156	,634	,510	,771								
	N	17	17	17	17	17	17	17							
Precio gasolina 95 s/p (PVP) (cts ¢)	Correlación de Pearson	,031	-,438	,660	-,739	-,775	,025	,077	1						
	Sig. (bilateral)	,907	,078	,004	,001	,000	,923	,770							
	N	17	17	17	17	17	17	17	17						
Precio gasóleo A (PVP) (cts ¢)	Correlación de Pearson	,003	-,393	,635	-,741	-,785	,000	,044	,997	1					
	Sig. (bilateral)	,990	,119	,006	,001	,000	1,000	,865	,000						
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17					
Emisiones medias CO2 por transporte (g/km) Total	Correlación de Pearson	-,577	,198	-,067	-,073	-,321	-,566	-,515	,005	,034	1				
	Sig. (bilateral)	,015	,446	,798	,780	,209	,018	,034	,985	,897					
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17				
Emisiones medias CO2 por transporte (g/km) gasolina	Correlación de Pearson	-,586	,175	-,032	-,093	-,346	-,568	-,511	,036	,064	,999	1			
	Sig. (bilateral)	,013	,502	,904	,723	,174	,017	,036	,892	,806	,000				
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17			
Emisiones medias CO2 transporte (g/km) diesel	Correlación de Pearson	-,573	,194	-,069	-,069	-,314	-,562	-,517	-,004	,024	1,000	,998	1		
	Sig. (bilateral)	,016	,456	,791	,793	,220	,019	,034	,987	,927	,000	,000			
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17		
Potencia eléctrica instalada régimen especial (% sobre total)	Correlación de Pearson	,284	-,526	,530	-,161	-,170	-,097	,266	,189	,165	-,143	-,129	-,138	1	
	Sig. (bilateral)	,270	,030	,029	,538	,513	,710	,302	,467	,527	,585	,621	,597		
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
POSITIVA															
FUERTE (0,76 a 1,00)															
MODERADA (0,51 a 0,75)															
DÉBIL (0,26 a 0,50)															
NEGATIVA															
FUERTE (-1,00 a -0,76)															
MODERADA (-0,75 a -0,51)															
DÉBIL (-0,50 a -0,26)															

(Escala coeficientes correlación: Martínez Ortega R.M. et al., 2009).

(Escala coeficientes correlación: Martínez Ortega R.M. et al., 2009).

H0: correlación nula

Nivel de confianza = 0,95 (1- α) y significación 0,05 (α).

Fuente: elaboración propia.

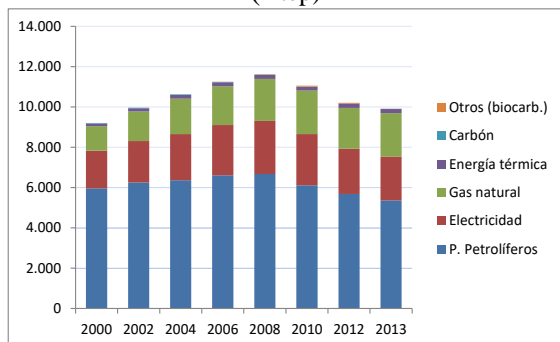
GRÁFICO 53

INDICADORES RELATIVIZADOS REGIONES CLÚSTER: NAVARRA, CAM Y PAÍS VASCO (en porcentajes sobre total del grupo o *clúster*)

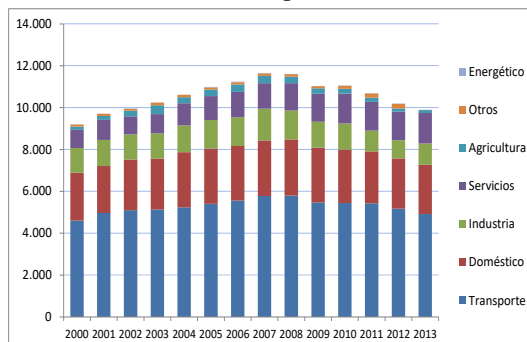


Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO 54
CONSUMO DE ENERGÍA FINAL EN LA CAM, 2000-2013
POR FUENTES DE ENERGÍA
 (Ktep)

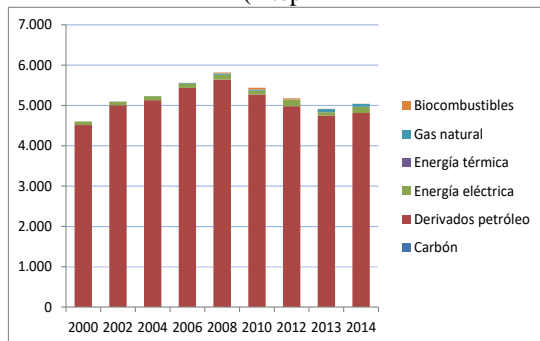


CONSUMO DE ENERGÍA FINAL EN LA CAM, 2000-2013
POR SECTORES
 (Ktep)



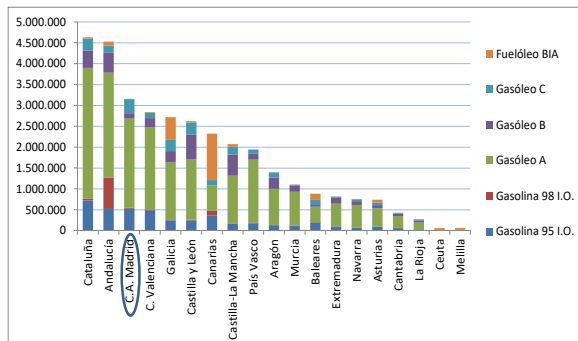
Fuente: datos extraídos de Fenercom (2014), pp. 21 y 25.

GRÁFICO 55
CONSUMO FINAL ENERGÍA EN
TRANSPORTE POR COMBUSTIBLES
CAM, 2000-2014
 (Ktep)



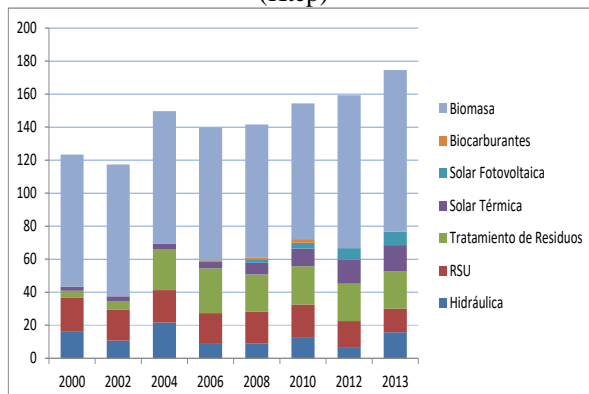
Fuente: datos extraídos Fenercom (2014), p. 26.

CONSUMO DE GASOLINAS, GASÓLEOS Y
FUELÓLEOS POR CCAA, 2013
 (Toneladas)



Fuente: datos extraídos de CORES, *Estadística*.

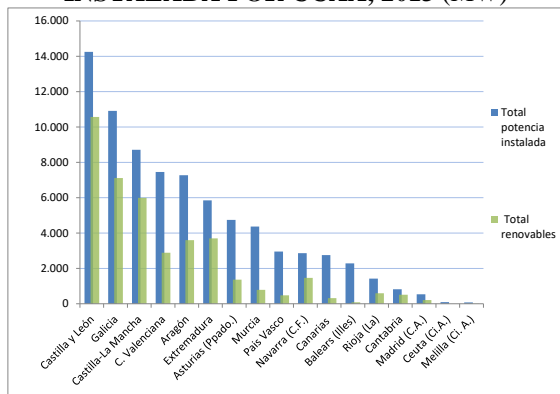
GRÁFICO 56
GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE
EN LA CA MADRID, 2000-2013
 (Ktep)



Nota: Tratamiento de residuos: metanización (aprovechamiento energético de biogás generado en compostaje); digestión anaeróbica lodos (produce energía), incineración y desgasificación vertederos (producen energía eléctrica).

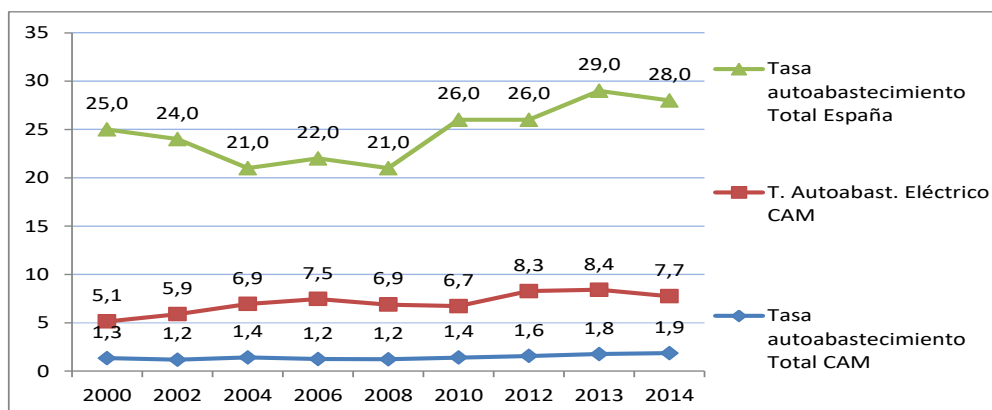
Fuente: datos extraídos de Fenercom (2014), p. 59.

POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA CON
RENOVABLES FRENTE A TOTAL
INSTALADA POR CCAA, 2013 (MW)



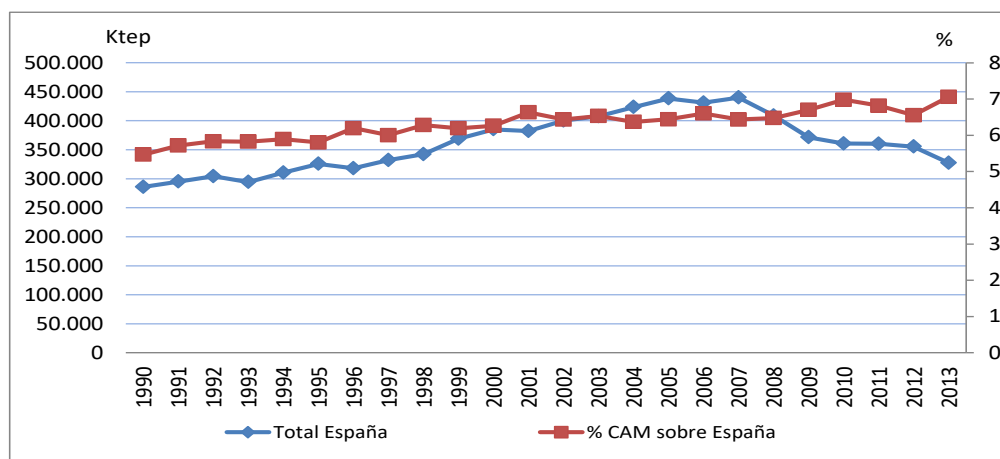
Fuente: datos extraídos de REE, *Estadísticas del Sistema Eléctrico Español*

GRÁFICO 57
AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO EN LA CAM Y ESPAÑA, 2000-2014
(en porcentajes)



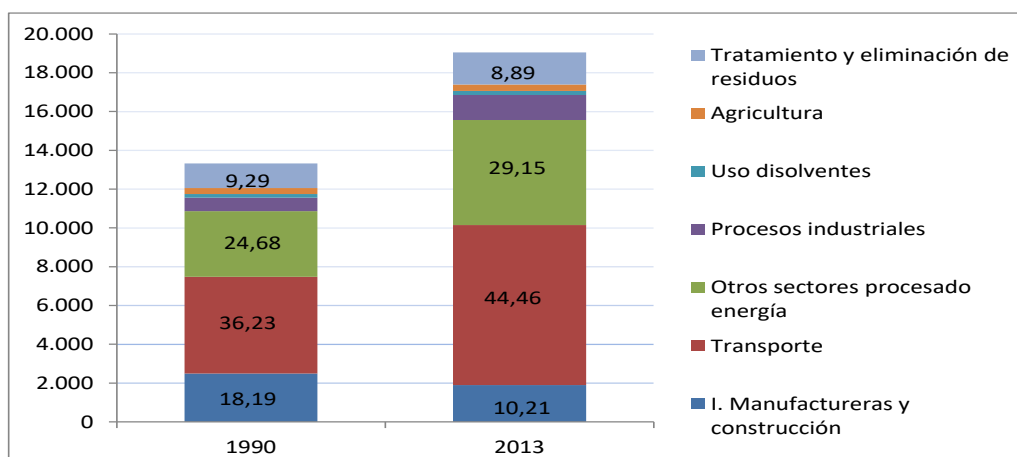
Fuente: datos extraídos de Fenercom (2014), pp. 18, 59 y 60.

GRÁFICO 58
EMISIONES GEI EN LA CAM Y ESPAÑA, 1990-2013



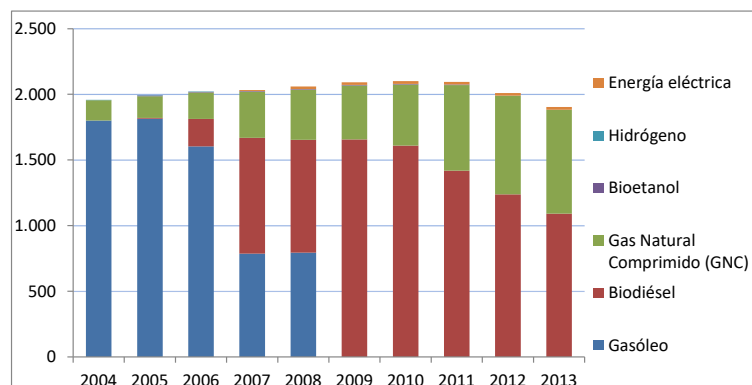
Fuente: datos extraídos de Fenercom (2014, p. 26) e Inventario de Emisiones a la Atmósfera en la CAM.

GRÁFICO 59
EMISIONES GEI EN LA CAM POR SECTORES, 1990 Y 2013
(en Kton CO₂ equ y porcentajes)



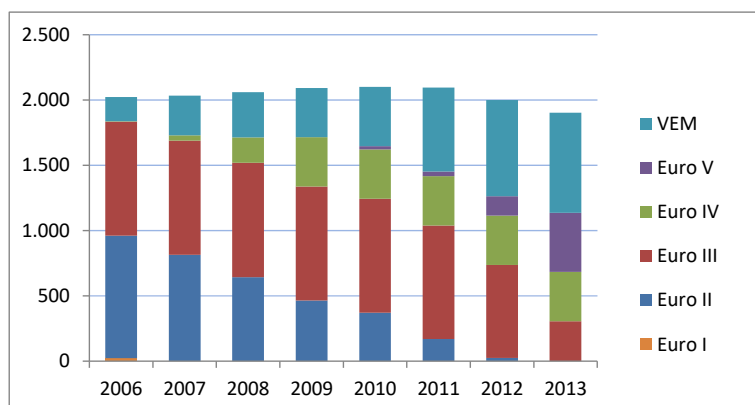
Fuente: datos extraídos de Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la CAM (2016), pp. 1 y 16.

GRÁFICO 60
EVOLUCIÓN PARQUE MÓVIL EMT-CAM SEGÚN TIPO DE CARBURANTE, 2006-2013
(número vehículos)



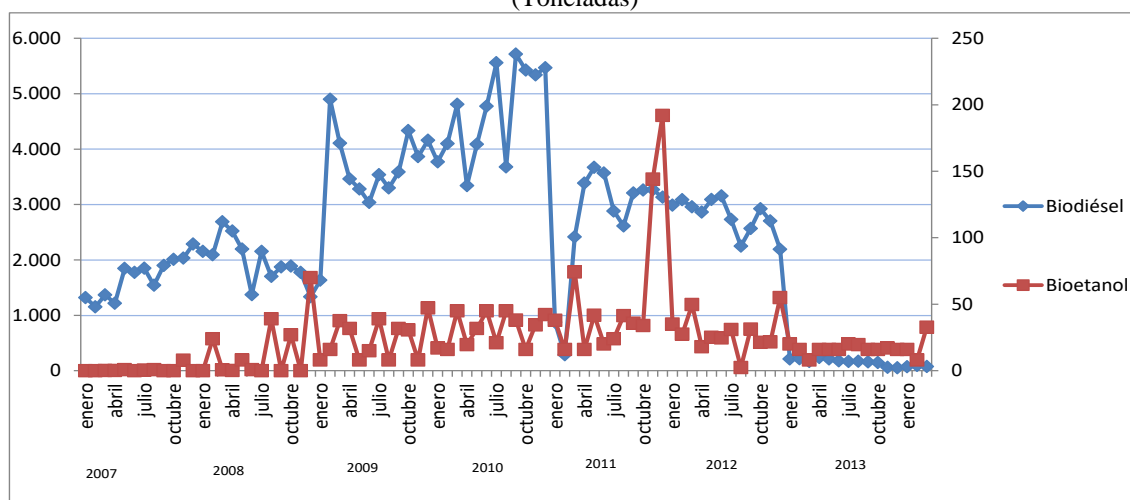
Nota: Euro V = vehículos ecológicamente mejorados. GNC = gas natural convencional.
Fuente: datos extraídos de CTRM-CAM (2013), p. 25.

GRÁFICO 61
EVOLUCIÓN PARQUE MÓVIL EMT-CAM SEGÚN DIRECTIVAS, 2008-2013
(número vehículos)



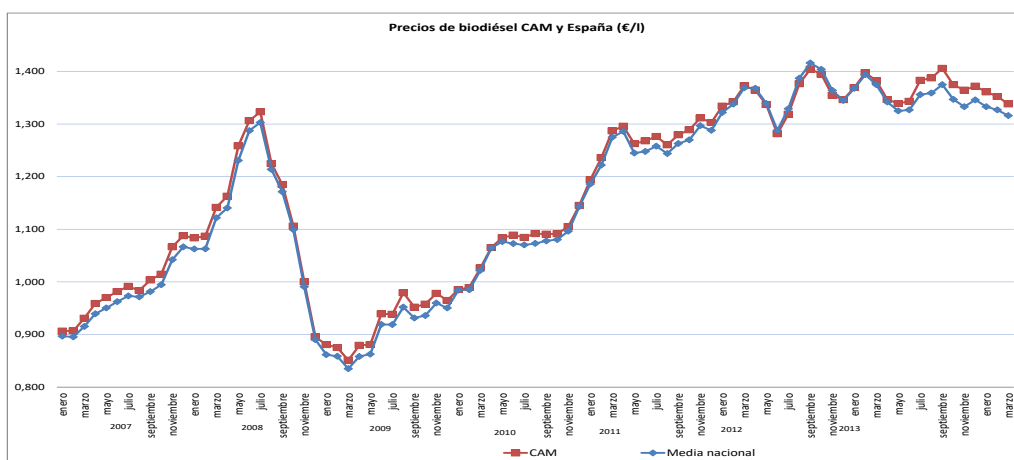
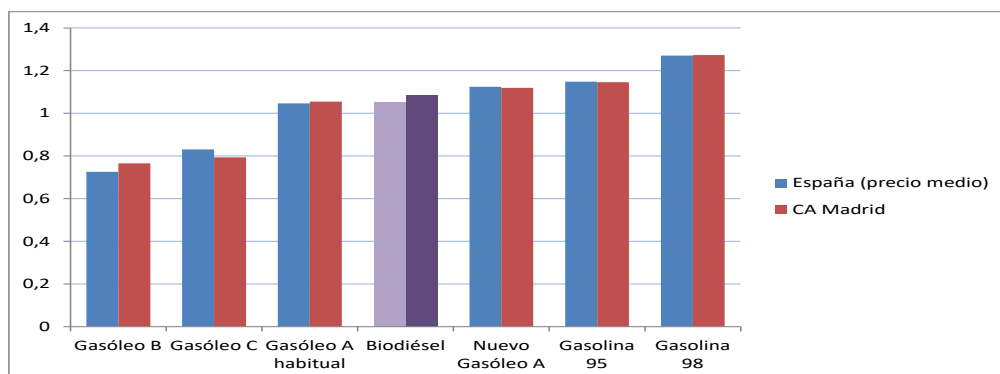
Nota: VEM (vehículo ecológico mejorado): regulación contenida en Directiva 2005/55/CE.
Fuente: datos extraídos de EMT (2010), p. 147 y EMT (2013), p. 80.

GRÁFICO 62
CONSUMO DE BIOCARBURANTES EN CAM, 2007-2013
(Toneladas)



Fuente: datos extraídos de CNMC, *Estadísticas de productos petrolíferos*.

GRÁFICO 63
PRECIO DE LOS CARBURANTES EN ESPAÑA Y EN LA CAM
(€/litro, a 2/12/2015)



Fuente: datos extraídos de CNMC, *Estadísticas de productos petrolíferos*.

TABLA 29
RENDIMIENTOS AGROENERGÉTICOS PARA PRODUCIR BIOCARBURANTES
(litros/hectárea)

CULTIVOS BIODIÉSEL		CULTIVOS BIOETANOL	
Cultivo	Rendimiento (litros/hectárea)	Cultivo	Rendimiento (litros/hectárea)
Soja	300-600	Trigo	900
Girasol	600-1.000	Maíz	2.500-3.500
Colza	900-1.300	Sorgo dulce	2.500-6.000
Ricino	1.000-1.200	Remolacha	2.500-6.000
Jatropha C.	800-2.000	Caña azucarera	4.500-8.000
Palma afri.	4.000-5.000		

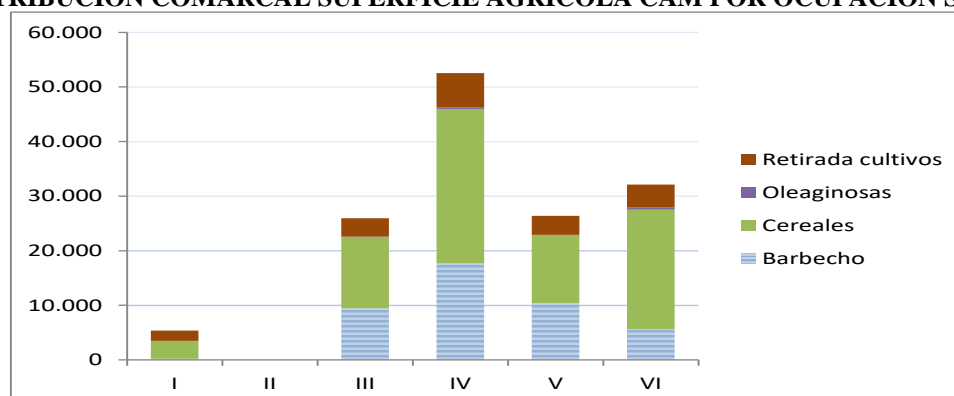
Fuente: datos extraídos de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2007) en Cuadros Salcedo, L. (2014), pp. 28 y 29.

RENDIMIENTOS AGROENERGÉTICOS EN ESPAÑA

CULTIVOS BIODIÉSEL		CULTIVOS BIOETANOL	
Cultivo	Rendimiento (kg/hectárea)	Cultivo	Rendimiento (kg/hectárea)
Soja	600	Trigo	1.000
Brassica C.	1.000	Cebada	2.500
Colza (sec.)	1.000	Maíz	7.200
Colza (reg.)	1.000	Sorgo azucarero	8.300
Girasol (reg.)	1.000	Remolacha az.	9.300
Cardo	20.000		

Fuente: AAE (2011), pp. 28 y 33; IDAE (2010), p. 10; Cabrera M. et al. (2011), p. 29.

GRÁFICO 64
DISTRIBUCIÓN COMARCAL SUPERFICIE AGRÍCOLA CAM POR OCUPACIÓN SUELO



Nota: Comarca I: Lozoya-Somosierra; Comarca II: Guadarrama; Comarca III: Metropolitana; Comarca IV: Campiña; Comarca V: Sur Occidental; Comarca VI: Las Vegas.

Fuente: datos extraídos de Alonso Mateos JJ. (2004), p. 9.

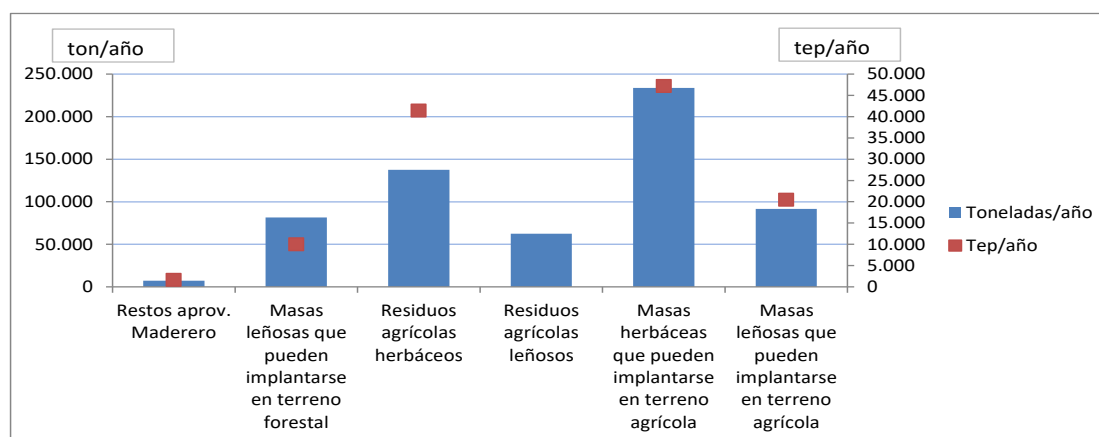
TABLA 30
PRODUCCIÓN POTENCIAL DE BIODIESEL A PARTIR DE CULTIVO DE CARDO EN LA CAM POR COMARCAS AGRÍCOLAS

Comarca	Cultivo	Rendimiento (ton/ha)	Producción biodiésel (ton)	Producción energía (Ktep)
Lozoya-Somosierra (I)	Cardo	13,8	7.135	2,28
Area Metropolitana (III)	Cardo	13,8	27.255	8,72
Campiña (IV)	Cardo	13,8	69.621	22,22
Sur Occidental (V)	Cardo	13,8	30.125	9,64
Las Vegas (VI)	Cardo	13,8	30.677	9,8
Total			164.813	52,66

Nota: se dedica el 20% de la tierra cultivada en cada caso a producción de biocarburantes: 527 ha Comarca I, 1.975 ha Comarca III, 5.045 ha Comarca IV, 2.0183 ha Comarca V, Comarca VI 2.223 ha

Fuente: datos extraídos de Fenercom (2007), pp. 35-37.

GRÁFICO 65
BIOMASA RESIDUAL AGROFORESTAL DISPONIBLE EN LA CAM



Fuente: Cabrera M. et al. (2011), p. 170.

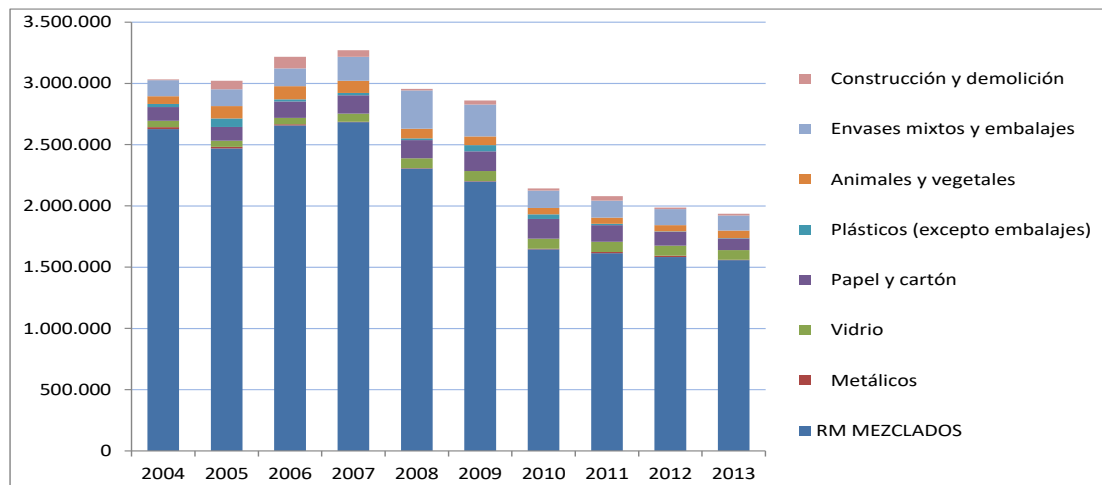
(ktep/año)

Biomasa agroforestal	2012	2013
Generación	124,10	126,50
Consumo térmico	92,59	97,83
Biomasa disponible	31,51	28,67

Fuente: datos extraídos de Fenercom (2014), pp. 54 y 59.

GRÁFICO 66

GESTIÓN DE RM EN LA CAM 2004-2013 (toneladas)



Fuente: datos extraídos de Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, *Anuario Estadístico*.

TABLA 31

ESTRATEGIA DE RESIDUOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID, 2006-2016. OPCIONES DE TRATAMIENTO SEGÚN ESCENARIOS (en porcentajes)

Opciones tratamiento	Situación actual (vertido)	Escenario 1: maximización compostaje	Escenario 2: maximización biometanización	Escenario 3: maximización incineración	Escenario 4: maximización plasma (***)	Escenario 5: maximización vertido
Biometanización y compostaje con recuperación previa	6	6	60	6	6	6
Compostaje (*)	1	27	1	1	1	1
Reciclaje	20	20	20	20	20	20
Valorización energética con recuperación previa	0	45	18	72	72	56
Eliminación (**)	78	35	44	23	13	29

(*) En el escenario 1 el compostaje de la fracción "resto" incluye recuperación previa.

(**) Incluye residuos vertidos directa o indirectamente. Por tanto, al pasar una misma tonelada de residuo por un tratamiento y destinándose el rechazo a eliminación, la suma de porcentajes es superior a 100.

(***) Tecnología utilizada principalmente para destruir desechos peligrosos, por su manera limpia y eficaz de gestionarlos. Algunas empresas trabajan para utilizarlo como sistema de valorización de RM.

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL TRATAMIENTO DE RM

Tratamiento	Aspectos técnico-económicos			Impacto Ambiental			
	Riesgo tecnológico	Coste (€/ton)	Adecuación cumplimiento residuo biodegradable en vertedero	Emisiones atmósfera	Generación residuos	Vertidos aguas	Afección suelo
Compostaje	Bajo	25-45	Regular	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Biometanización	Medio	30-55	Regular	Medio	Alto	Medio	Bajo
Incineración	Bajo	45-85	Muy buena	Muy alto	Muy alto	Alto	Bajo
Plasma	Alto	35-60	Muy buena	Medio	Bajo	Medio	Bajo
Vertedero	Bajo	15-25	Mala	Alto	Muy alto	Alto	Muy alto

Fuente: Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid (2007), pp. 81 y 84-88.

TABLA 32

BIORRESIDUOS SEGÚN LA LISTA EUROPEA DE RESIDUOS (LER)

Código LER	Descripción	Observaciones
20 01 08	Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes	Se refiere tanto a residuos domésticos como residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones, siempre que procedan de recogidas separadas
20 01 25	Aceites y grasas comestibles	
20 01 38	Madera distinta de la especificada en el código 20 01 37 (18)	El código 20 01 37 se refiere a madera que contiene sustancias peligrosas
20 03 02	Residuos de mercados	Únicamente si son biodegradables y equivalen a los residuos con el código 20 01 08 y 20 01 25
20 03 03	Residuos de la limpieza viaria	Únicamente si son biodegradables

Fuente: Orden MAM/304/2002.

BIORRESIDUOS GENERADOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID

(Toneladas)

Residuos Municipales (ton)	A vertedero		% respecto a generado en 1995	
	2012	2013	2012	2013
Residuos Municipales Biodegradables (RMB)	830.737	820.831	49,98	49,39

Fuente: Documento preliminar para la definición de la Estrategia de gestión sostenible de los residuos de la Comunidad de Madrid (2017-2024).

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE BIOCARBURANTES OBTENIDOS A PARTIR DE FRACCIÓN ORGÁNICA DE RM DESTINADA A VERTEDERO EN LA CAM

(litros y Ktep)

Biocarburantes	Litros		Ktep	
	2012	2013	2012	2013
Bioetanol	49.844.233	49.249.844	43	43
Biodiésel	83.073.721	82.083.073	81	80

Factores de conversión de energía: factores de conversión de energía final, energía primaria y factores de conversión de CO₂ (Cabrera, M. et al., 2011).

Fuente: elaboración propia a partir de coeficientes de producción de bioetanol y biodiesel utilizados en los proyectos de Abengoa-Babylafuente ("Waste to biofuels") y Elecofasa (hoy EcoHispanica) respectivamente.

ESTIMACIÓN DE BIOCARBURANTES OBTENIDOS A PARTIR DE ACEITE VEGETAL USADO EN LA COMUNIDAD DE MADRID, 2013

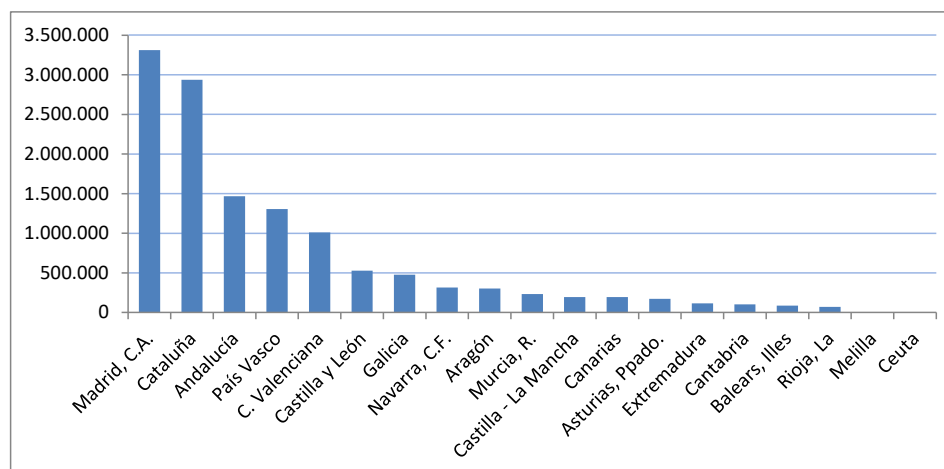
(litros y Ktep)

Aceite vegetal usado (Ton)	Biodiésel (ton)	Biodiésel (Ktep)
9.000	8.500	7,31

Fuente: elaboración propia a partir de coeficientes de producción de biodiesel aplicados en el Proyecto Oileco de la CAM, dado que en el Anuario Estadístico de la Comunidad de Madrid, relativos a Contaminación y tratamiento de residuos, no figura la recogida de aceite doméstico.

GRÁFICO 67

GASTO EN I+D POR CCAA, 2014
(miles de €)



Fuente: datos extraídos de INE, *Estadísticas I+D*.

TABLA 33

ALGUNOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN BIOENERGÉTICA EN LA CAM

Años	Centro investigador	Investigación
1980-1984	Universidad Politécnica Madrid	<p>Proyecto AGRENHOL</p> <p>Inicio de experiencias con cultivos energéticos (Cardo, Pataca y Sorgo dulce)</p> <p>Proyecto de la CAM sobre autosuficiencia energética basado en biomasa 2006-07</p> <p>Proyecto CARDENER- CAM (Programa Grupos I+D de la Comunidad Autónoma de Madrid) 2010-14</p> <p>Nuevo Fotobiorreactor para producción de microalgas 2010-12</p>
Desde 1985	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)	<p>Consolidación de la División de Biomasa</p> <p>Desarrollo de proyectos Nacionales y Europeos de I+D sobre aprovechamiento energético de la biomasa</p> <p>Línea de biocombustibles sólidos</p> <p>Línea de biocombustibles líquidos</p> <p>Línea de Combustión. Línea de gasificación</p> <p>Línea de cultivos energéticos</p>
2004-2011	CIEMAT	ON Cultivos" (Cultivos energéticos)
2008	Grupo Agroenergética UPM	Planta Piloto de Producción de Microalgas y Planta Piloto de Biocombustibles Sólidos
2010	Consejería de Universidades e Investigación de la CAM	Producción de combustibles limpios para transporte a partir de residuos agroforestales y oleaginosos (RESTOENE)
2013-2016	Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA)	Proyecto de investigación para convertir cultivo de especies no agroalimentarias en fuente de generación energía que satisfaga necesidades explotación agrícola modelo

Fuente: Fernández, J. (2012), p. 6.

TABLA 34

MEJORAS RELACIONADAS CON EL USO DE BIOCARBURANTES

	Etanol (respecto a gasolina 95)	Biodiésel (respecto a diésel EN-590)	
		De aceite vegetal crudo	De aceite vegetal usado
Eficiencia energética	E5: 0,28% ahorro energía primaria y 1,12% ahorro energía fósil	B10: 4% ahorro energía primaria	B10: 7% ahorro energía primaria
	E85: 17% ahorro energía primaria y 36% ahorro energía fósil.	B100: 45% ahorro energía primaria y 75% ahorro energía fósil	B100: 75% ahorro energía primaria y 96% ahorro energía fósil
Ahorro emisiones CO2/km recorrido (en ausencia de	E5: 4%		
	E85: 90%	B100: 84%	B100: 91%

Fuente: Sáez, R. et al. (2005), p. 103.

ANEXO 6. Al Epígrafe VI

TABLA 35
ORGANISMOS INICIALMENTE CONTACTADOS PARA EL CUESTIONARIO

Sector Académico-investigador

1. Universidad Politécnica de Madrid, Instituto universitario de investigación del automóvil, INSIA
2. Universidad Complutense de Madrid, Laboratorio de Procesos Químicos y Bioquímicos integrados
3. Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA)
4. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Unidad de Biocarburantes
5. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) (Departamento de Biocarburantes) (Ministerio de Industria, Energía y Turismo)
6. Instituto Madrileño de Estudios Avanzados, IMDEA-Energía (relacionado con la Sociedad Española de Biotecnología (SEBIOT), la Plataforma Tecnológica Europea de Biocarburantes y la Asociación para el desarrollo de la biomasa en España)
7. Centro Nacional de Biotecnología
8. UNED (Universidad Nacional Educación a Distancia), Dpto. Química Inorgánica y Química Técnica

Sector público

9. FENERCOM (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid) (entre cuyos proyectos estuvo la Planta de producción de biodiesel de Alcalá de Henares, 2003)
10. Dirección General de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid, Subdirección General Energía
11. Subdirección General de Promoción Industrial y energética de la CAM
12. Empresa Municipal de Transportes Comunidad de Madrid,
13. Ayuntamiento de Madrid, Área Medio Ambiente
14. Sistema de Información para la Certificación de Biocarburantes (CNMC-SICBIOS)
15. CENER (Centro Nacional de Energías Renovables)
16. Ayuntamiento de Madrid. Departamento de Residuos

Sector privado

17. Repsol, Proyecto de Investigación para el Impulso del Biodiesel en España (PIIBE)
18. Abengoa y biocarburantes de segunda generación,
19. Endesa y Algas Genéticamente Modificadas
20. ACCIONA, Área actividad Biodiesel
21. Infinita Renovables
22. Cámara de Comercio de Madrid
23. BIOMADRID (Asociación de empresas biotecnológicas CAM) (de ASEBIO)
24. Confederación Española de Transporte de Mercancías (CETM)
25. Federación Española Transporte de Mercancías (FETRANSA)
26. Confederación Española Empresarios Estaciones de Servicio (CEEES)
27. ATRADICE (Asociación de empresas transporte Región Centro)
28. CEPSA Centro de investigación
29. Plataforma Tecnológica Biología Vegetal (BIOVEGEN)
30. Biodiesel España
31. Grupo de Empresas Agrarias, Gestión de Energía Agraria (GEA&GEA)
32. ACCIONA Energía
33. Recogida de Aceite S.L (RECOIL)

Organizaciones y asociaciones representantes sector energético, agrícola, consumidores y usuarios

34. Asociación de productores de energías renovables (APPA)
35. Coordinadora de organizaciones de agricultores y ganaderos, (COAG)
36. Organización de consumidores y usuarios (OCU)
37. Asociación Española Valorización Energética Biomasa (AVEBIOM)
38. Asociación Profesional Transportistas por su Futuro (Transfuturo)

Organizaciones sin ánimo de lucro

39. Greenpeace
40. Ecologistas en acción
41. Amigos de la Tierra

TABLA 36
ORGANISMOS PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACIÓN

Organismo	Descripción
SECTOR PRIVADO	
AEESCAM (Asociación empresarios estaciones de servicio Comunidad Madrid)	Asociación empresarial que aborda los asuntos relacionados con el cumplimiento de las normas de seguridad y medioambientales que afectan a las Estaciones de Servicio de la CAM
APPA (Asociación productores renovables)	Agrupación de unas 500 empresas que operan en el sector de las energías renovables, para contribuir a crear las condiciones favorables a su desarrollo, brindando asesoramiento legal y criterios de actuación, informando sobre novedades legales en los ámbitos autonómico, nacional e internacional, o sobre la actividad del sector y su repercusión en los medios de comunicación, y organizando jornadas, seminarios, conferencias al respecto
REPSOL	Compañía global e integrada que opera en las áreas de mayor potencial energético del mundo y cuenta con uno de los sistemas de refino más eficientes de Europa. Cuenta con más de 27.000 empleados distribuidos en 40 países
SECTOR ACADÉMICO-INVESTIGADOR	
CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)-IMDEA (Instituto Madrileño de Estudios Avanzados)	CIEMAT: Organismo de Investigación adscrito al Ministerio de Economía y Competitividad focalizado en los ámbitos de la energía y el medio ambiente y los campos tecnológicos relacionados con ambos. Su ámbito de actividad busca servir de puente entre la I+D+i y los objetivos de interés social. Fundación IMDEA- Energía creada por la Comunidad de Madrid para promover actividades de I+D+i relacionadas con la energía, mediante la obtención y transferencia de resultados científicos y tecnológicos de alto nivel que contribuyan al desarrollo de un sistema energético sostenible,
IMIDRA (Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario)	Organismo autónomo del Ayuntamiento de Madrid, que tiene como objetivo la investigación en los ámbitos agrícola, ganadero y alimentario, desarrollando actividades de apoyo como la elaboración de análisis y ensayos. Asimismo, realiza actividades que permiten el desarrollo del medio rural y la transferencia tecnológica y de conocimiento, en base a las necesidades del sector agrario y alimentario
INSIA-UPM (Instituto universitario de investigación del automóvil, Universidad Politécnica de Madrid)	Instituto de Investigación de la Universidad Politécnica de Madrid, adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales e integrado en el Parque Científico y Tecnológico de la UPM. Dispone de personal investigador de alta cualificación, tanto académicos como contratados, con más de 20 años de experiencia en proyectos de I+D+i relacionados con la automoción, la seguridad de los vehículos y tráfico y más recientemente con su impacto ambiental.
Universidad Europea, Escuela Politécnica, Departamento Ingeniería Industrial	Institución que promueve una investigación aplicada y útil, con un modelo educativo internacional, conectado con el mundo profesional y de alta calidad académica. El Departamento de Ingeniería Industrial abarca el sector de las energías renovables

SECTOR PÚBLICO	
AGMAyM (Área de Medio Ambiente y Movilidad Ayuntamiento de Madrid)	Organismo público encargado de calidad y protección ambiental; zonas verdes, mantenimiento y limpieza espacio público; gestión de residuos, y gestión del agua. Asimismo le compete la movilidad en la ciudad de Madrid
CRTM (Consortio regional de transportes de Madrid)	Organismo público con competencias en materia de transporte regular de viajeros en la CAM. Se ocupa coordinar la gestión de modos y empresas operadoras proporcionando un sistema multimodal de servicios de transporte público
EMT (Empresa municipal de transportes)	Sociedad anónima, propiedad del Ayuntamiento de Madrid, integrada en el Consorcio Regional de Transportes de Madrid. Presta servicios en el transporte público urbano colectivo de superficie mediante autobús, retirada y custodia de vehículos abandonados, y la gestión de aparcamientos
IDAE (Instituto para la diversificación y ahorro de la energía)	Organismo adscrito al Ministerio de Industria, Energía y Turismo, que contribuye a mejorar la eficiencia energética, energías renovables y tecnologías bajas en carbono. Desempeña acciones de difusión y formación, asesoramiento técnico, desarrollo de programas específicos y financiación de proyectos de innovación tecnológica.
SECTOR ORGANIZACIONES	
CECUMadrid (Confederación de consumidores y usuarios de Madrid)	Entidad independiente al servicio de consumidores y usuarios madrileños, orientada a la atención y resolución de consultas y reclamaciones. Se ocupa de formar e informar a través de cursos, jornadas, o charlas; participa en foros de representación de consumidores; atiende a colectivos especialmente desprotegidos; y colabora con otras entidades sociales en los ámbitos medioambiente, consumo responsable, y responsabilidad social corporativa (RSC)
COAG (Coordinadora organizaciones agricultores y ganaderos)	Organización agraria profesional de ámbito estatal en España, defiende los intereses del modelo social y profesional de agricultura y da servicio a más de 150.000 agricultores y ganaderos a través de sus 220 oficinas en todo el territorio nacional y una delegación permanente en Bruselas.
SECTOR ONG	
Amigos de la Tierra	Asociación ecologista sin ánimo de lucro con la misión de fomentar un cambio local y global hacia una sociedad respetuosa con el medio ambiente, justa y solidaria
Ecologistas en Acción	Confederación de más de 300 grupos ecologistas, incluida en el denominado ecologismo social. Para conseguir un cambio socioeconómico realiza campañas de sensibilización, denuncias públicas o legales contra actuaciones que dañan el medio ambiente, y elabora alternativas concretas y viables en cada ámbito en que desarrolla su actividad.
Green Peace	Organización sin ánimo de lucro para la defensa del medio ambiente. Su objetivo es propiciar un cambio en las políticas públicas y corporativas para la aplicación social y responsable de soluciones, en el marco de un nuevo modelo de consumo y producción hacia un mundo libre de amenazas al medio ambiente donde los efectos del cambio climático se vean reducidos y mitigados

Fuente: elaboración propia.

RECUADRO 4
POSICIONES DE STAKEHOLDER CONTEMPLADOS EN EL ESTUDIO

A FAVOR
<p><i>Asociación Empresarios Estaciones de Servicio Comunidad de Madrid (AEESCAM)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • La AEESCAM se manifiesta en desacuerdo con la transposición de la Directiva europea de biocarburantes, que en su opinión no tiene en cuenta las características específicas del mercado de combustibles en España, al exigir que el 5,75% de los carburantes sea biocombustible, tanto para la gasolina como para el diésel. Sin embargo, el mercado español es excedentario en gasolina y deficitario en diésel, de manera que las exigencias de la nueva legislación van a agravar la descompensación que ya existe entre ellos, encareciendo el producto final. • Considera que el uso de biocarburantes no contribuye a reducir la dependencia energética, ya que la mayor parte de los biocombustibles provienen de importaciones de países como Estados Unidos, Argentina o Indonesia. • El uso de biocarburantes continúa siendo residual: se ha pasado de consumir una media de 168 kilotoneladas equivalentes de petróleo en el período 2001-2006 a las 1.227 de los años 2007-2012, lo que supone que en primer período los biocombustibles no llegaban a significar el 1% del consumo de energía final del transporte en carretera, pasando al 4% en los años 2007-2012. • El 5 de diciembre de 2011 se firmó un convenio de colaboración entre el Ministerio de Economía y Hacienda, la Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos (AOP) y AEESCAM, para incorporar medidas en materia de seguridad industrial y protección del medio ambiente, y relativas a medios telemáticos que simplifiquen la gestión de sus obligaciones con la Administración. Estas asociaciones se han comprometido a habilitar instrumentos para analizar el posible impacto de la comercialización de biocarburantes sobre los materiales y equipos de las gasolineras y a difundir las mejores prácticas que puedan eliminarlo o reducirlo. • Los operadores petrolíferos han realizado un gran esfuerzo para cumplir los objetivos de incorporación de biocarburantes. Sin embargo, la variabilidad regulatoria en relación a dichos objetivos (Real Decreto 1783/2010, de 23 de diciembre, por el que se fijan objetivos obligatorios de biocarburantes para los años 2011, 2012 y 2013; Real Decreto 459/2011, de 1 de abril, por el que se fijan los objetivos obligatorios de biocarburantes para 2011, 2012 y 2013), aumentando el objetivo al 7% en contenido energético para el biodiesel, lo que ha obligado a añadir al gasóleo casi un 9% en volumen. Las alternativas para aumentar los objetivos de incorporación de biocarburantes pasan, bien por la modificación de las especificaciones que entraron en vigor unos meses antes, o bien por un aumento significativo en la comercialización de mezclas etiquetadas. Ambas de imposible aplicación sin el respaldo de los fabricantes de automóviles para garantizar a los consumidores que son aptas para los motores. La industria automovilística ha manifestado serias reticencias al uso de biocarburantes con porcentajes mayores al 10% en volumen para el bioetanol y al 7% para el biodiesel, porque no son aptas para los motores que se fabrican actualmente. • En definitiva, al haberse impuesto unos objetivos de incorporación de biocarburantes, que no se ven acompañados por las normas de calidad, se aboca a los operadores petrolíferos a no poder cumplirlos y, por tanto a soportar los pagos compensatorios previstos. • La AOP elaboró un documento de observaciones al proyecto de Real Decreto (R.D. 1597/2011) que establecía los Criterios de Sostenibilidad de los Biocarburantes y Biolíquidos, fundamentalmente en relación al establecimiento del Sistema Nacional de Verificación de la Sostenibilidad. Al considerar que esta verificación generaba discrepancias, se planteó armonizar la metodología ILUC para evitar situaciones de agravio comparativo. AOP recomendó que los agentes encargados del control de trazabilidad de la sostenibilidad de los biocarburantes introdujeran la información necesaria a través del sistema Sicbios, quedando la CNE como garante de la misma. Asimismo, se solicitó que la certificación fuera responsabilidad del productor de biocarburante, que tendría que acompañar a la entrega del producto la documentación correspondiente. Respecto a la responsabilidad de los agentes comercializadores, la AOP consideró que era excesiva y poco acorde con su área de actividad, por lo que planteó flexibilizarla, de forma que cada agente de la cadena pueda cumplir con sus obligaciones y criterios de sostenibilidad. En relación a la inspección de cumplimiento de los requisitos de sostenibilidad se recomendó especificar que la sanción, en caso de falsedad en las declaraciones responsables, recaiga sobre el operador económico que las hubiera producido. En cuanto al periodo transitorio para la verificación de la sostenibilidad, AOP propuso un periodo inicial de al menos seis meses para poner en marcha los sistemas de trazado de la documentación una vez que se publicase y se tuviera un conocimiento exacto del funcionamiento y detalles del sistema. Por otro lado, se solicitó que durante el periodo transitorio, se debería definir si el Estado Español reconocería como sostenibles los biocarburantes procedentes de otro país de la UE acompañados de declaraciones responsables del país de origen, así como, aquellos que procedían de países europeos que no tuvieran definido esquemas nacionales ni declaraciones responsables, pero que cumplieran con las declaraciones responsables de este decreto.

Fuente: elaboración propia a partir de: Acuerdo de 05/12/2011 CAM/AOP/AEESCAM -Innovación y Control Sistemas Reducción Emisiones de COV's-, grupo trabajo Proyecto de RD por el que se aprueba la instrucción técnica complementaria MI-IP 04, y Convenio de Colaboración entre Consejería de Economía y Hacienda, AOP y AEESCAM, para incorporar medidas en materia de seguridad industrial y protección del medio ambiente (dic. 2011). Noticias publicadas en página web AEESCAM.

Asociación de Productores de Biocarburantes (APPA Biocarburantes)

- APPA considera que los biocarburantes son la principal alternativa renovable a los carburantes fósiles en el transporte, por lo que cree necesario aumentar los objetivos en España: los actuales ponen en riesgo la supervivencia de la industria y el alcance de cuota de renovables para 2020. Además considera que debe ponerse en marcha el sistema de doble cómputo en España para aceites usados y grasas animales de categorías 1 y 2. En su opinión sería preciso implantar la gasolina E10 en España, así como el relanzamiento de otras presentaciones etiquetadas (E85, B10, B30, B100). Según APPA la principal restricción a la mezcla de biocarburantes en España está provocada por la regulación sobre gasolina de protección (E5: máximo 5% vol. etanol y 2,7% masa oxígeno) que obliga a ofrecerla en todas las estaciones de servicio hasta el 31 de diciembre de 2016, impidiendo el desarrollo en España de la gasolina E10 (max 10% en volumen de etanol, y 3,7 masa oxígeno).
- Según APPA resulta fundamental el establecimiento de obligaciones crecientes de consumo de biocarburantes para alcanzar el objetivo de energía renovable en el transporte (10%) hasta 2020 (Real Decreto 1085/2015). APPA se manifestó contra el límite propuesto por UE en 2012 recortar al 5% del uso de biocarburantes dentro del 10% global de renovables en el transporte para 2020, ante las inversiones ya realizadas y las previstas en proceso de autorización. Celebra el acuerdo alcanzado en 2015 por el Parlamento Europeo respecto a los objetivos, aunque no tanto en relación a que los biocarburantes tradicionales procedentes de cultivos como el maíz, el trigo, la remolacha o la colza, que pueden interferir en la producción de alimentos, supongan como máximo un 7% de la energía renovable usada en el transporte en 2020, porque considera que no existe base científica para fijar un techo a los biocarburantes convencionales.
- APPA rechaza tanto la senda para alcanzar el objetivo global del 8,5% en 2020 como la desaparición de los específicos y separados de bioetanol y biodiesel. El gobierno propone partir del 4,1% actualmente vigente al 8,5% en 2020 con una evolución del 5% en 2016 y 2017, 6% en 2018 y 7% en 2019. APPA Biocarburante pide elevarlo hasta el 6% en 2016, 7% en 2017, 7,6% en 2018, 8,2% en 2019 y 8,7% en 2020. En cuanto a la desaparición de los objetivos específicos, recalcan que, según la Memoria del proyecto de real decreto, es altamente previsible que “vaya en detrimento de la cadena de producción de bioetanol”.
- Según APPA, el consumo de biodiesel se ha reducido debido a la rebaja de los objetivos nacionales de biocarburantes en 2013. Desde 2010 la mayoría del consumo se ha venido cubriendo con importaciones. Además, la mayoría de las plantas de biodiesel españolas están paradas desde hace años, representando una grave amenaza a su supervivencia. Está en juego una inversión de más de 1.400 M€ y 3.300 puestos de trabajo. La disminución del consumo de gasolinas, junto a la reducción de objetivos, ha provocado la caída del consumo de bioetanol en España, pese al ligero repunte de 2014 (la obligación española era un 20% inferior a la media comunitaria en 2014).
- APPA lamenta que se obligue a los suministradores de carburantes a incluir los valores medios estimados provisionales de emisiones asociadas a Cambio Indirectos de Uso de la Tierra (ILU) de los biocarburantes comercializados en la información que deben remitir anualmente los Estados miembros, aunque reconoce que los criterios de sostenibilidad son obligatorios desde 1 enero 2016.
- En su opinión para el adecuado desarrollo del sector es preciso establecer medidas que incentiven el consumo de presentaciones etiquetadas (como la exención o tipo reducido en el impuesto sobre hidrocarburos para biocarburantes; obligación progresiva de comercialización en estaciones de servicio -medida prevista en el PER 2011-2020-; ayudas directas y/o incentivos para la compra y utilización de vehículos garantizados para el uso de estas presentaciones; incentivos u obligaciones para que los fabricantes e importadores de vehículos ofrezcan modelos que garanticen este uso).
- En todas las gasolineras, el consumidor está incorporando biocarburante junto al gasóleo o gasolina, sin saberlo, ya a que no es necesario etiquetar las mezclas hasta el 5% de biodiesel o 10% bioetanol porque no hay riesgo de daño para el motor. Los biocarburantes en porcentajes superiores no se usan en los niveles deseables. La mayoría de las flotas de autobuses de grandes ciudades españolas tiene escasa proporción de vehículos que usen biocarburantes. Hoy aún se venden en España vehículos con pegatina de “no biodiesel en depósito”.

Fuente: elaboración propia a partir de APPA (2004, 2015a y 2015b).

REPSOL-YPF

- En Informe Medioambiental 2000, REPSOL-YPF recogía la decisión de integrar en la actividad de refinación y comercialización de productos petrolíferos la utilización de los biocarburantes al amparo de las políticas energéticas y medioambientales impulsadas por la UE. La primera iniciativa de uso de biocarburantes a gran escala por parte de Repsol YPF ha consistido en la incorporación de bioetanol procedente de cereales a las gasolinas a través de su transformación en las refinerías en ETBE (etil-ter-butil-éter).
- Una vez modificadas las 5 plantas de Repsol YPF españolas para producir ETBE, la capacidad potencial de producción en la compañía es del orden de 450 MM litros anuales. La inversión realizada en la adecuación de las 5 plantas para producir ETBE fue superior a los 9 MM €. Además, como resultado del acuerdo firmado en 2000 entre Repsol YPF y Abengoa y Ebro-Puleva para investigar el uso de bioetanol en mezclas con gasolinas, en 2004 se puso en marcha otra planta en Babilafuente (Salamanca), con una producción de 200 millones de litros anuales de bioetanol.
- Repsol aboga por un mercado equilibrado en la obtención y procesado de la materia prima destinada a producir biocarburantes y toma las medidas necesarias para mitigar los riesgos relativos a la cadena de aprovisionamiento. En 2013 Repsol cumplió con los objetivos anuales obligatorios mínimos de venta y/o consumo de biocarburantes con fines de transporte en todos los países en los que opera. Ese año se distribuyeron en España 367 kton. de biodiesel (210 kton son hidrobiodiesel), y 136 de bioetanol.
- La Directiva europea sobre fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (RED) define criterios de sostenibilidad para los biocarburantes con objeto, entre otros, de proteger de tierras de elevado valor en cuanto a biodiversidad o tierras con elevadas reservas de carbono. Repsol garantiza en la ejecución de sus proyectos de desarrollo y producción de biocarburantes el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad.
- Hay algunas limitaciones al impulso de bioetanol, como el hecho de que el parque de vehículos sea diésel en su práctica totalidad en España, o que su uso tiene techo por las especificaciones técnicas (una alternativa sería el ETBE).
- Respecto a la producción local de biocarburantes, no consideran que siempre sea más sostenible, no es suficiente garantía. Además, hay exceso de centrales de producción y de capacidad en España. En este sentido, no comparte la necesidad de producción local.
- En proceso de construcción de Biorrefinería (Proyecto Clamber, Puertollano).

Fuente: elaboración propia a partir de entrevista personal a representante Departamento I+D, web de Repsol YPF, Informe de Responsabilidad Corporativa (2013).

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)- Instituto Madrileño de Estudios Avanzados (IMDEA-Energía)

- CIEMAT-IMDEA aporta su experiencia en el desarrollo de procesos biotecnológicos para producir etanol. Concretamente, ha impulsado dos líneas de investigación sobre deslignificación y destoxificación mediante paja pretratada para producir bioetanol. Actualmente está realizando investigaciones sobre el potencial de microalgas para la producción de biocarburantes.
- CIEMAT-IMDEA defiende que la producción mundial de biocarburantes está basada fundamentalmente en tecnologías de primera generación que utilizan como materia prima biomásas azucaradas o granos de cereal para la producción de etanol, y semillas oleaginosas como soja, colza o palma para la producción de biodiesel, cuyos costes están regidos por los precios alimentarios.
- En su opinión estas tecnologías, en muchos casos, no ofrecen soluciones competitivas y su utilización sólo es viable si se aplican sistemas de ayudas. Por este motivo, considera necesario seguir optimizando los procesos de transformación consiguiendo mayores rendimientos y mejorando la calidad de los coproductos con el fin de conseguir tecnologías más competitivas.
- El desarrollo de tecnologías de segunda o tercera generación para producir biocarburantes, que utilizan biomasa lignocelulósica y microalgas respectivamente, se vislumbra como la opción más prometedora para contribuir a mejorar la competitividad económica, social y medioambiental de estos productos. Así, apuesta por la valorización de los residuos lignocelulósicos para generar etanol, o por la producción de biodiesel a partir de microalgas, al considerar que se trata de las áreas en las que la biotecnología industrial puede hacer avanzar el desarrollo comercial de estos productos.
- Entre 2005 y 2006, CIEMAT realizó sendos análisis comparativos entre etanol y gasolina y biodiesel y diésel. En el último caso, los balances energéticos de las mezclas estudiadas dieron un menor consumo de energía primaria, especialmente marcado para el biodiesel fabricado con aceites usados, que alcanza un 75% de ahorro respecto al gasóleo (las mezclas al 5% de biodiesel ahorran un 3% de energía primaria y un 4% de energía fósil). Este estudio refleja la reducción de emisiones de CO₂, pero no analiza las de partículas y NOx.

Fuente: elaboración propia a partir de IMDEA-Energía (2014).

- Los biocarburantes son biocombustibles líquidos procedentes de materia orgánica con especificaciones técnicas definidas equivalentes a las del carburante al que sustituyen en los motores de automoción: etanol y biodiesel (componente de gasolinas y gasóleos, al 7 y 5% respectivamente); éter butílico de Etanol o ETBE (componente de gasolinas hasta un 20%); ésteres metílicos de aceites vegetales (motores diésel, puros o mezclados con gasóleo).
- En 2009 se matricularon 952.000 vehículos en España, de los que sólo 900 funcionaban con mezclas etiquetadas de biocarburantes (Anfac). Los coches flexibles, que aceptan biocarburante o convencional, llevan años en el mercado pero no alcanzan el 1 por 1.000.
- Mientras la estructura de los proveedores de combustibles tradicionales es de pocos abastecedores con gran capacidad individual, el número de proveedores de biocarburantes es mayor y su capacidad de producción relativamente baja, lo que configura un mercado muy heterogéneo y hace necesario un control muy riguroso.
- Este sector no se progresa por falta de normativa, no porque no se quiera potenciar los biocarburantes. El hecho de que aún haya problemas para utilizarlos se relaciona con que los motores solo admiten mezclas hasta el 7% sin modificar. Algunas empresas se atreven con mezclas al 20%, pero para llegar al turismo privado es necesario legislar.
- Además de la crítica respecto al posible efecto sobre la deforestación y carestía de los alimentos, la controversia en torno a la sostenibilidad de los biocombustibles es otro escollo a salvar. La Directiva de 2009 garantiza que no podrán utilizarse en la UE biocarburantes que no disminuyan como mínimo en un 35% las emisiones GEI respecto a los combustibles fósiles, y cuyo origen no sea sostenible. Por su parte, la CE se reafirma en que los biocarburantes son una buena forma de lucha contra el cambio climático y los seguirá apoyando.
- El análisis del ciclo de vida (ACV) realizado por INSIA-UPM a partir de 2 autobuses de la EMT de Madrid, cada uno con su respectiva tecnología de post-tratamiento de gases de escape (reducción catalítica selectiva con urea y recirculación de gases de escape con filtro de partículas) en combinación con el uso de los tres tipos de combustibles que son gasóleo, B20 (20% de biodiesel y 80% de gasóleo) y B100 (100% biodiesel), concluyó que el uso de este tipo de combustible (biodiesel) reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, pero el consumo de energía primaria se ve incrementado. Además, las partículas que emite la combustión de los motores diésel (causantes de cáncer de pulmón según la Organización Mundial de la Salud) se producen en menor cantidad en vehículos que utilizan biodiesel, aunque aumenta la emisión de óxidos de nitrógeno. Otra conclusión señala que la reducción del uso de fertilizantes y la cogeneración en las plantas productoras de biodiesel mejora el balance energético. El estudio confirma que un bajo porcentaje de esa energía es de origen fósil, al proceder el biodiesel de plantas oleaginosas y/o grasas animales y aceites usados, siendo su consumo mayoritario en los procesos de cultivo y transesterificación. Se deberían buscar alternativas para reducir el consumo de fertilizantes, que requieren una importante cantidad de energía fósil en su producción, y se podrían implantar sistemas de cogeneración que utilicen fuentes renovable para aumentar su eficiencia energética”.

Fuente: elaboración propia a partir de Hidalgo E. (2010) y López Martínez, JM. et al. (2012).

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)

- Contribuye a la consecución de los objetivos adquiridos por España en materia de mejora de la eficiencia energética, energías renovables y otras tecnologías bajas en carbono, mediante acciones de difusión y formación, asesoramiento técnico, desarrollo de programas específicos y financiación de proyectos de innovación tecnológica.
- La planta productora de Alcalá de Henares (IDAE) fue el primer proyecto de fabricación de biocarburantes en España (2005), inicialmente alimentada por cultivos de cereal y posteriormente (2006-2008) por aceites reciclados. Fue una planta piloto de demostración tecnológica, y se vendió en 2008.
- En opinión de IDAE los biocarburantes son la alternativa más viable a los combustibles convencionales derivados del petróleo, prácticamente la única. Entre sus beneficios destaca la reducción en las emisiones del sector transporte, ya que no hay consenso científico respecto al efecto ILUC de la producción de biocarburantes sobre las emisiones GEI.
- Aunque idealmente sería interesante estimular la producción y consumo de biocarburantes en España, la realidad es que sobra capacidad de producción. Además de impulsar la producción nacional de biocarburantes habría que fomentar su consumo o demanda. El IDAE considera que la producción de biocarburantes no tiene excesivo efecto sobre el precio de los alimentos, por lo que debería desligarse definitivamente. El aumento se debe a otros factores señalados por la Comisaria europea de Agricultura, Marianne Fischer, como el incremento de la demanda de estas materias primas por parte de países emergentes como China e India; factores climatológicos que afectan a la cantidad y la calidad de las cosechas; o la crisis financiera internacional, que ha provocado el movimiento de grandes fondos de inversión desde los mercados financieros hacia valores “refugio” como las materias primas, produciendo tanto el aumento del precio de alimentos (incluso los no utilizados en la fabricación de biocombustibles) como de los combustibles fósiles)..
- El impulso del sector en la CAM no depende tanto de la política de incentivos directamente, aunque si indirectamente, porque a mejor política mayor capacidad instalada y por tanto mayor asignación. La situación del sector depende, como el resto, del signo político del gobierno, porque todas las políticas las definen los gobiernos de turno.
- La Ley 53/2002 aplicaba un tipo 0 a los biocarburantes hasta 2012 porque preveía que en 10 años la evolución tecnológica sería suficiente para reducir su precio. La necesidad de restablecer la exención a determinadas mezclas etiquetadas de biocarburantes es una reivindicación histórica. De todas formas, IDAE cree que el usuario final apenas nota la subida de tipos sobre los biocarburantes, ese coste más bien recae en los operadores.
- Faltaría un reglamento de ejecución de la reciente regulación normativa. Los vaivenes regulatorios provocan incertidumbre en el sector y condicionan la inversión.
- En relación al impulso del uso del bioetanol, es necesario adaptarse al parque de vehículos existente, que en su mayor parte es diésel. Por tanto este impulso es poco probable en el corto plazo.
- El retraso en la aplicación de la norma europea sobre la sostenibilidad de los biocarburantes en España (ya una realidad según Resolución de 29 de abril de 2015, de la Secretaría de Estado de Energía), se debe a que su aplicación provocará incertidumbre sobre los productores, al existir 17 esquemas diferentes voluntarios de sostenibilidad, y generará costes a unos productores que si no cumplen no venden el producto.
- Respecto a las alternativas de biocarburantes convencionales, los RM y aceites vegetales reciclados ya están disponibles, pero la utilización de algas es una opción a futuro, y previsiblemente se utilizarán en aplicaciones más rentables.
- La electricidad aplicada al transporte se restringe al urbano y periurbano, es incompatible con el transporte de carga.

Fuente: elaboración propia a partir de entrevista a representante Departamento Biocarburantes (IDAE) (2014), y Jornada sobre Proyecto Europeo Procura, *Biocarburantes, desarrollo sostenible. Mitos y realidades* (11.09.2008).

Agencia de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Madrid

- En el PUSECC de 2008 se establece un fomento de movilidad sostenible y promoción del uso de combustibles alternativos y menos contaminantes y sus redes de suministro en el sector transporte, con los objetivos de reducir el uso del vehículo privado motorizado, fomentar modos de movilidad no mecanizados (bicicleta, movilidad peatonal) e incrementar la eficiencia energética en el uso del vehículo privado y el transporte público (autobuses municipales y taxi).
- El PUSECC 2014 incluye entre sus objetivos globales alcanzar en 2020 una reducción superior al 35% de las emisiones totales GEI del municipio de Madrid respecto a 2005, lo que supone una emisión anual inferior a 10.175 Kt de CO₂ equivalente; reducir el 20% en la intensidad energética final; generar en el municipio el 10% de la energía consumida en Madrid; reducir en un 20% la importación de productos petrolíferos (excl. queroseno); aumentar la contribución de la movilidad peatonal y ciclista, y del transporte público en el reparto modal; reducir un 20% las emisiones GEI asociadas con el transporte rodado; reducir un 10% el consumo de energía final en el sector residencial, comercial e institucional; promover el acceso a la información, sensibilización y participación ciudadana, y la formación del personal municipal en el ámbito de la energía y el cambio climático; reducir la vulnerabilidad de la ciudad de Madrid frente al cambio climático. Los sectores difusos (transporte, residencial, pequeña industria, residuos) tendrán peso mayoritario en áreas urbanas. Entre los objetivos específicos del ámbito municipal: reducir un 25% el consumo de energía final en edificios e instalaciones municipales; aumentar un 20% producción energética municipal; desarrollar infraestructura suministro combustibles alternativos y recarga eléctrica transporte.
- El Ayuntamiento de Madrid promoverá, en coherencia con el Plan de Calidad del Aire, el desarrollo de infraestructura urbana de distribución y suministro de energías alternativas menos contaminantes para transporte: se consolidará y ampliará la implantación de más de 36 estaciones de suministro de combustibles alternativos y amplia red de puntos de recarga de vehículos eléctricos; se dará respuesta a los requerimientos de la futura Directiva europea sobre la creación de una infraestructura para los combustibles alternativos en entornos urbanos: fomento de la infraestructura de puntos recarga vehículos eléctricos y fomento de distribución y suministro de gas vehicular, gas natural comprimido (GNC) y gas licuado del petróleo (GLP); análisis para desarrollar otras opciones con horizonte temporal prolongado, como el hidrógeno. El Plan reconoce la ausencia de centros de transformación para la generación de energía eléctrica (centrales térmicas convencionales, nucleares, hidráulicas, parques eólicos, etc.) o para obtener combustibles (refinerías, centros de producción de biocarburantes, etc.)
- Medidas transporte público: nuevo régimen horario de taxis; renovación de flota con combustibles menos contaminantes, e incorporación de tecnologías limpias al 100% de la flota de autobuses. En el ámbito del transporte privado se consolidarán las medidas fiscales para promover uso de tecnologías y combustibles menos contaminantes.
- El PUSECC 2014 no hace una mención específica a los biocarburantes entre sus objetivos.

Fuente: elaboración propia a partir de Área de Gobierno de Medio Ambiente, Seguridad y Movilidad del Ayuntamiento de Madrid, PUSECC (2008 y 2014).

Empresa Municipal de Transportes del Ayuntamiento de Madrid (EMT Madrid)

- El Área de Movilidad del Ayuntamiento de Madrid ha manifestado su desconcierto ante la aparente incoherencia entre el Ministerio de Medio Ambiente, impulsor del uso de biocarburantes, y el Ministerio de Hacienda, que establece un gravamen similar al de los hidrocarburos.
- En 2012 la EMT comunicaba que había concluido el ascenso constante de los autobuses biodiesel en Madrid, que gracias a las medidas de fomento del transporte público y el incremento en el uso de energías renovables llevó a que dichos vehículos pasaran de 209 en 2006 a los 1.666 en 2012. En cuanto al bioetanol, se mantenían los cinco de 2006. Según datos del Ayuntamiento de Madrid, estos cambios han contribuido a reducir las emisiones de partículas, monóxido de carbono y NOx.
- Sin embargo, en 2013 siguiendo los criterios ambientales de mejora de la calidad del aire impulsados por el Ayuntamiento de Madrid, se prescinde del uso de biodiesel, pasando a utilizar gasóleo. Así mismo, se prescinde también del etanol por el cambio en el tratamiento fiscal de este tipo de combustible.
- Entre 2012 y 2014 se instalaron catalizadores y filtros con tecnología *Eminox SCRT* en 485 buses diésel de la EMT para reducir sus emisiones hasta el estándar EuroV, en cumplimiento del Plan de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid 2011-2015. Los catalizadores conseguirán reducir las emisiones de NOx en un 37%, las de partículas en un 25%, las de HC en un 2,2% y las de monóxido de carbono en un 2%. Además, la flota de biodiesel de la EMT se redujo en 307 autobuses.
- En 2012 el 51% de la flota ya incorporaba tecnologías limpias para reducir las emisiones. En cumplimiento de este objetivo se han aplicado los siguientes cambios en el 49% restante de vehículos que circulan por la zona de bajas emisiones (ZBE): “sustitución de 307 autobuses (265 Euro II y 32 Euro III biodiesel) así como 10 *enhanced environmentally friendly vehicle* (EEV) por otros de GNC, de los que 32 son articulados; instalación de filtros de partículas con catalizador por inyección de urea, para reducción de emisiones de partículas y óxidos de nitrógeno (NOx), en 485 autobuses Euro III biodiesel”.
- Actualmente la EMT considera que en protección ambiental el gas natural comprimido (GNC) es la alternativa más competitiva, a corto y medio plazo, al gasóleo.

Fuente: elaboración propia a partir de Área de Gobierno de Medio Ambiente, Seguridad y Movilidad del Ayuntamiento de Madrid (2012), EMT (2013), Terrón, JA (2014).

Consorcio Regional de Transportes de la Comunidad de Madrid (CRTM-CAM)

- La apuesta del CRTMCAM por los biocarburantes era clara hace unos años. En 2007 la compañía Interurbana de Autobuses presentaba 12 vehículos que utilizarían biodiesel como combustible, en mezcla del 10% de biocarburantes para ir aumentando paulatinamente hasta alcanzar, a finales de ese año, un 40%, máximo autorizado por el fabricante. Ese año el objetivo de la CAM era ir aumentando el porcentaje de utilización de biodiesel de los autobuses, al objeto de mejorar el transporte sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
- En 2011, de los 2.095 vehículos, 651 funcionaban con gas natural comprimido, 20 eran eléctricos y 5 estaban propulsados con bioetanol. Los coches restantes funcionaban con biodiesel, mezcla compuesta por un 20% menos de contenido diésel que los antiguos vehículos de gasóleo (Informe anual CRTMCAM, 2011).
- En 2012 los nuevos vehículos estaban propulsados por gas natural (GNC). Concretamente, 142 autobuses de GNC y 23 híbridos eléctricos + GNC.
- Siguiendo los criterios ambientales de mejora de calidad del aire impulsados por el Ayuntamiento de Madrid, desde 2013 se prescinde del uso del biodiesel, pasando a utilizar gasóleo, al tiempo que se introducen mejoras tecnológicas (catalizadores) en autobuses, para que las emisiones de óxido de nitrógeno y partículas sean inferiores a los límites norma Euro V (Informe gestión EMT 2013).

Fuente: elaboración propia a partir de CRTM-CAM (2013).

CONDICIONADAS

Coordinadora de Asociaciones de Agricultores y Ganaderos (COAG)

- Según COAG la capacidad de los biocarburantes para sustituir a los combustibles fósiles es limitada. Los biocarburantes son compatibles con la tecnología actual derivada del uso de petróleo, y, si son producidos bajo criterios medioambientales, pueden realmente ayudar a reducir la contaminación hasta el desarrollo de modelos diferentes.
- El aumento de producción de etanol que consume cereales puede llegar a competir con la demanda destinada a alimentación para la cabaña ganadera. La producción de biodiesel (basada en aceites de colza, palma y soja) podría competir con el sector alimentario humano.
- Por ello, es importante llegar a un consenso respecto al porcentaje de consumo que puede alcanzarse sin poner en peligro los mercados alimentarios ni el medio ambiente. El riesgo para el mercado agroalimentario reside en una caída de la producción de cereales o un aumento de los precios del petróleo que intensifique la demanda de biocarburantes.
- La capacidad de adaptación a la oferta de cereales es vital para mantener el aumento de demanda, que ineludiblemente tendrá un impacto en los precios de los cereales.
- Para el COPA-COCEGA (Comité de las Organizaciones Profesionales Agrarias de la Unión Europea-Confederación General de las Cooperativas Agrarias de la Unión Europea) las ayudas a los cultivos energéticos no deberían mantenerse durante mucho tiempo, ya que impulsan a los productores de cereal a destinar sus cosechas a bioenergía en lugar a la alimentación animal.

Fuente: elaboración propia a partir de COAG (2007).

CECU Madrid

- Los agrocarburantes son biocarburantes producidos con materias primas de origen agrario. Tienen impactos negativos sobre el cambio climático, la seguridad alimentaria y el acceso a recursos imprescindibles como el agua o la tierra. Sin embargo, persisten los sectores que los defienden como energías renovables y limpias.
- CECU alerta del riesgo a ser sancionados por la Comisión Europea por no aplicar los criterios de sostenibilidad para biocarburantes recogidos en la Directiva de energías renovables, RED. España es el único gran actor europeo en el mercado de agrocombustibles que incumple este requisito legal, situación que ha dado lugar a algún procedimiento de infracción.
- CECU propone: limitar el uso de agrocombustibles de primera generación (fabricados a partir de materias agrarias) para reducir su competencia por alimentos y suelos cultivables; contabilizar las emisiones derivadas de cambios indirectos en los usos de suelo, conocidos como ILUC; y fomentar los biocarburantes de segunda generación, es decir, aquellos cuya materia prima no son alimentos.
- CECU denuncia tanto la batería de medidas para no contabilizar las emisiones indirectas por ILUC, como el límite en el uso de agrocombustibles de primera generación del 7% establecido en la Directiva 2015/1513, que prioriza “la protección de las inversiones realizadas para la fabricación de agrocombustibles, que en el caso español, no respondieron a ninguna planificación o estimación de consumos razonables, ni a la disponibilidad de materias primas autóctonas excedentarias”.

Fuente: elaboración propia a partir de Coalición del Clima, Coordinadora ONG para el desarrollo en España, y Plataforma Rural (2015).

Nota: para conocer los integrantes de los grupos firmantes, consultar enlace al documento en bibliografía.

Ecologistas en Acción (EeA)

- EeA no comparte la denominación “biocarburantes” porque consideran que no siempre se trata de producciones conformes a criterios biológicos. Así, prefieren referirse a “agrocarburantes”, ya que el término “bio” puede llevar a confusión.
- Puesto que el uso habitual de los biocarburantes es mezclado con combustibles tradicionales, el carácter renovable de esta energía queda condicionado al porcentaje de biocarburante en la mezcla.
- Son necesarias 2,6 ha. de cereales para producir 1 ton. de bioetanol, y 3,6 ha. de girasol para obtener 1 ton. de biodiesel. Por tanto, para alcanzar el 5,75% de biocarburantes (objetivo a 2010), habría que emplear 1 de cada 4ha de cultivo. Es decir, habría que emplear 12 de las 50 Mha de superficie total cultivada en España (el 24%). Por este motivo, EeA propone limitar al máximo el consumo de agrocarburantes, incluyendo los procedentes de cultivos energéticos y organismos genéticamente modificados.
- La pérdida de nutrientes es uno de los mayores problemas agrícolas y ambientales. La retirada de residuos agrícolas para biocarburantes es uno de factores que provocan el problema, obligando a añadir fertilizantes que originan contaminación del suelo y encarecen el proceso.
- Los barbechos existen en suelos cuya fertilidad requiere un periodo de descanso. Si no fuera así, directamente el barbecho quedaría fuera de la rotación a la que sometan a los suelos, que siempre estarían cultivados. Resulta difícil pensar que, en ausencia de descanso en un suelo que lo requiere, las cosechas destinadas a un cultivo comercial resulten rentables, y que eso además se consiga sin tener que recurrir a insumos. Desconfía de las productividades que anuncian quienes promueven un cultivo, y aún más en relación a suelos pobres, marginales, etc.
- EeA considera que la demanda europea de agrocarburantes está contribuyendo a la subida de precios de los alimentos básicos, y además impulsa la roturación de nuevos suelos para convertirlos en tierras cultivables. La superficie total de tierra agrícola requerida en 2010 para producir las materias primas que precisa la generación de biocarburantes en la UE fue de 5,7 Mha, de las que 3,2 Mha (57%) estaba en territorio europeo, y 2,4 Mha (43%) fuera.
- Los productos destinados a agrocarburantes deben satisfacer necesidades de primer orden (alimentación), por lo que estos productos requieren la roturación de suelos no agrícolas para su cultivo. Este proceso provoca los denominados Cambios Indirectos en el Uso de Suelo (ILUC) que producen importantes emisiones GEI que las autoridades españolas y europeas no han tenido en cuenta hasta fechas recientes. “Las emisiones vinculadas a los ILUC de cultivos como la soja o la palma, pueden generar más cambio climático incluso que la quema de algunos combustibles fósiles” (Abel Esteban, de Ecologistas en Acción). Por ello, la organización cuestiona la reducción de GEI asignada al mercado español de agrocombustibles, que la Comisión Nacional de Energía establece en un 40%. El consumo de determinados agrocombustibles (diésel a partir de aceites de soja, palma o colza) no representa una reducción de emisiones GEI del transporte, por lo que EeA solicita incluir los factores ILUC en la contabilidad de las emisiones GEI de los biocarburantes.
- EeA es partidaria de impulsar otras medidas, como reducir el consumo de carburantes, reciclado en origen, reducción de importación y exigencia de certificado de sostenibilidad, diversificación del transporte, campañas informativas, divulgativas y educativas, y mayor inversión.
- EeA pone en duda la coherencia de la planificación normativa relativa a la disponibilidad de materias primas, previsión de consumos, etc y a la capacidad instalada en España.
- La reducción de consumos y objetivos de biocarburantes ha estado marcada por el fin de exención del impuesto de hidrocarburos en 2012.
- Respecto a los biocarburantes avanzados propone que se establezcan estrictos criterios de sostenibilidad para su impulso. El reciclado de aceite vegetal resulta interesante, aunque está poco potenciado y bastante descoordinado. Respecto al reciclado de residuos municipales (RM) EeA considera que no está exento de riesgo, ya que la separación en origen es incompleta, lo que provoca una mezcla de sustancias en ocasiones peligrosa que impide o dificulta su utilización para según qué fines (p.e. suelos).
- La UE debe establecer factores claros y ajustados a los últimos estudios científicos, que permitan reorientar adecuadamente el uso de agrocarburantes hacia aquellos que realmente no provoquen mayores emisiones de CO₂, no sean causa de otros impactos ambientales, y no compitan por el uso de cultivos destinados a alimentación. De lo contrario la política europea estará agravando el calentamiento global y las crisis alimentarias que padecen millones de personas.

Fuente: elaboración propia a partir de Ecologistas en Acción (2006).

Amigos de la Tierra (AdT)

- Propone un cambio en la denominación de “biocarburantes” por “agrocarburantes” (el prefijo "bio" se aplica a la producción ecológica, y el agroetanol y agrodiésel no tienen por qué serlo).
- La producción de agrocarburantes a gran escala tal y como se fomenta actualmente, está jugando un papel insignificante en la reducción de GEI, y en algunos casos incluso supone incrementos de dichas emisiones.
- Ante la cantidad de tierra agrícola necesaria para su producción, la escasa capacidad para reducir los GEI y la aparición de problemas ambientales y sociales, AdT considera que la generación de agrocarburantes a gran escala no debe ser hoy por hoy apoyada ni incitada.
- En todo caso, AdT considera que no debería incentivarse ninguna forma de producción y uso de agrocarburantes si no es a partir de materia prima local, que no compita con otro uso del suelo y no provoque efecto ILUC. En este sentido, los biocarburantes deberían desaparecer de los objetivos del Plan Energético de la CAM hasta no garantizar una producción estrictamente local, sin competencia con otros usos del suelo y sin provocar efecto ILUC.
- AdT propone establecer una moratoria sobre objetivos y subsidios para la producción de biomasa a gran escala, en particular agrocarburantes, dado que los objetivos para mezclar de forma obligatoria un porcentaje de agrocombustible con gasolinas y gasóleos de origen fósil legitiman el uso del vehículo privado y el consumo de combustibles fósiles bajo una imagen "ecológica". Exigen limitar su uso a fines confinados, como flotas de autobuses o maquinaria agrícola, de forma que no sirvan para perpetuar un modelo insostenible.
- AdT propone también una moratoria sobre las importaciones de materias primas agrícolas para producir agrocarburantes, y defiende que la capacidad de los países para autoabastecerse de alimentos no se vea comprometida por la demanda de biomasa de los países desarrollados. En su opinión la importación de materias primas de origen agrícola para producir agrocarburantes no puede considerarse una opción ya que supone una amenaza para el medio ambiente, la seguridad alimentaria y los derechos humanos en terceros países.
- Según AdT debería potenciarse la producción española de biocarburantes a partir de materias primas exclusivamente nacionales, y esta producción no debería competir con otro uso del suelo o provocar efecto ILUC. El origen de agrocarburantes debe ser transparente y estar sometido a un registro e identificación de cada producto desde su origen a su destino (trazabilidad).
- En todo caso, se debe determinar el balance final de emisiones GEI para lo que hay que considerar el ciclo completo de producción y utilización de la biomasa, que debe ser positivo en al menos un 50%.
- Respecto al cambio fiscal de los biocarburantes, no solo debería mejorar la información al usuario, sino que los impuestos sobre carburantes deberían ser mayores para desincentivar el transporte privado.
- No comparten la utilización de terrenos en barbecho para aumentar la producción de agrocarburantes.
- No comparten el uso de RM para producir biocarburantes, sino su utilización para transformarse en compost de calidad para aportar materia orgánica al suelo, y mejorar las condiciones edáficas de los suelos agrícolas españoles.
- No comparten la posibilidad de implantar una biorrefinería en la CAM en la situación actual, porque importarían la materia prima por su bajo coste. Sí únicamente en el caso de garantizar su funcionamiento a partir de aceites usados y biomasa residual, sin RM.
- Respecto a otras formas de energía, AdT considera que deberían eliminarse las subvenciones e incentivos a energías convencionales (nuclear e hidroeléctrica). Y además que es necesario establecer auditorías que determinen los gastos del sistema de generación eléctrica para comprobar que las renovables no son deficitarias.

Fuente: elaboración propia a partir de Amigos de la Tierra (2007).

- En opinión de GP, el subobjetivo vinculante del 10% en energías renovables para el sector transportes debería eliminarse, ya que podría requerir una importante contribución de los biocarburantes, y los hechos están demostrando que esa cantidad de biocarburantes no puede ser suministrada de un modo sostenible hasta 2020.
- El uso de biocarburantes en el sector del transporte está obligando a utilizar la biomasa disponible de forma ineficiente, ya que ésta es generalmente más eficiente si se utiliza para reemplazar los combustibles fósiles en los sectores de electricidad y generación de calor, por ejemplo en centrales de cogeneración, frente a su uso en vehículos.
- La mayoría de los biocarburantes producidos actualmente genera graves impactos ambientales negativos, mientras su aportación a la reducción de emisiones GEI es cuestionable. Los resultados preliminares de un cálculo realizado por la Agencia Ambiental Europea indican que la UE podría producir biocarburantes para sustituir solo el 3,4% de los carburantes del transporte para 2020 de modo sostenible.
- Sólo los biocarburantes que proporcionen una reducción de al menos el 60% de GEI deberían ser candidatos como apoyo adicional a los carburantes convencionales.
- Según GP, la implementación de procedimientos y estrategia de verificación de criterios de sostenibilidad debe ser clarificada, por ejemplo, incluyendo adecuadamente los cambios directos e indirectos en los usos del suelo, o garantizando la protección de los grandes almacenes de biodiversidad y carbono. Por otra parte, la producción de biocarburantes debería cumplir con prácticas agrícolas sostenibles, incluyendo medidas de protección del agua y el suelo. Además, deberían incluirse criterios sociales obligatorios basados en acuerdos y convenios internacionales.
- Entre 1990 y 2008 la UE fue responsable de al menos el 10% de la deforestación mundial (pérdida de bosques equivalente a 9 millones de hectáreas), dos veces más que China y Japón y tres veces más que EEUU, debido la demanda de alimentos, la ganadería y el consumo de biocarburantes. La deforestación provoca la destrucción de hábitats y biodiversidad, e impide la neutralización de millones de toneladas de dióxido de carbono que sin los bosques van a parar a la atmósfera.
- En España, para alcanzar los objetivos de producción de biocarburantes sería necesario convertir en campos de cultivo y plantaciones una superficie equivalente a 1,5 veces la superficie cultivable española. La apuesta europea por obtener combustibles para el transporte a partir de cultivos alimentarios pone en peligro los bosques, los ecosistemas naturales y las comunidades del Sur.
- El auténtico reto es reducir la movilidad motorizada y garantizar que los agrocarburantes se obtienen con materia prima autóctona, sin impactos ambientales y sociales negativos.

Fuente: elaboración propia a partir de GreenPeace (2008), Bowyer, C. (2011), Vito, IIASA, Cicero, K.U. Leuven y IUCN-Netherlands (2013), y entrevista personal (Soto, M.A., responsable de la campaña Bosques de GreenPeace, 2016).

CUESTIONARIO 1

CUESTIONARIO “ENERGÍA Y DESARROLLO ENDÓGENO: EL POTENCIAL DE LOS BIOCARBURANTES EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID”

Este cuestionario se orienta a conocer la posición de los expertos en relación a la situación generalizada del uso, producción y perspectivas de los biocarburantes en España y, especialmente, en la Comunidad Autónoma de Madrid. Concretamente trata de responder a la pregunta ¿Cuáles son las barreras para la producción y uso de los biocarburantes en la CAM?

I. PREGUNTAS GENERALES

1. En 2012 la Comunidad Autónoma de Madrid (en adelante CAM) generó 190 ktep de energía con recursos renovables (hidráulica, RSU, tratamiento de residuos, solar térmica y fotovoltaica, biocombustibles, y biomasa) habiendo aumentado esta producción un 54,2% desde el año 2000. Esa cantidad representa para la CAM una capacidad de autoabastecimiento del 1,9% respecto al consumo total de energía final (10.192 ktep) (alcanzando para el sector transporte el 7,2% y para la energía eléctrica el 8,5%), frente al 26,2% alcanzado de media en España ¿Qué importancia tendría, en su opinión, aumentar el nivel de generación de energías renovables en la CAM? (En caso de no considerarlo importante indique los motivos).

1	2	3	4	5	NS/NC

Irrelevante

Decisivo

2. El parque de vehículos ha aumentado en la CAM más de un 20% entre 2000 y 2012, hasta superar los 4 millones, de los que el 77,2% son turismos, para una población que en 2012 alcanzó los 6,5 millones de habitantes. El consumo final de energía en la región aumentó el 11% en ese periodo, superando el aumento medio nacional de consumo energético (9%), correspondiendo el 50,8% de ese consumo energético madrileño al sector transporte, del que el 96,2% procedía de productos petrolíferos ¿cree que deberían intensificarse los esfuerzos dirigidos a diversificar el mix de energía en el transporte de la CAM?

1	2	3	4	5	NS/NC

Muy en desacuerdo

Muy de acuerdo

3. Los productos petrolíferos representaron en 2012 el 55,7% del consumo total de energía en la CAM, siendo los de mayor peso el gasóleo (47,5%) y los querosenos (38,2%), lo que refleja una clara dieselización del transporte, responsable del 87,6% del consumo de productos petrolíferos en la CAM ¿considera ud. necesario aumentar la proporción de fuentes de energía alternativas al diésel convencional?

1	2	3	4	5	NS/NC

Innecesario

Muy necesario

4. La CAM ha realizado algunos avances en esa línea en los últimos años, como el aumento del 46,9% la electricidad aplicada al transporte urbano y periurbano desde el año 2000, que alcanzó las 162 ktep en 2012 representando el 7,2% del consumo total de energía en el sector (Fenercom 2013). ¿cree ud. que es conveniente aumentar su peso en el transporte de la CAM?

1	2	3	4	5	NS/NC

Inconveniente

Muy
conveniente

5. Se utiliza también el gas natural en el transporte urbano de la CAM, opción que ha sufrido un fuerte descenso desde el año 2008 hasta situarse en 2012 en el 0,09% sobre el total de energía consumida por el sector (Fenercom 2013) ¿Sería conveniente, en su opinión, aumentar la aplicación de esta fuente de energía al sector?

1	2	3	4	5	NS/NC

Inconveniente

Muy
conveniente

6. Los biocarburantes se encuentran entre las fuentes de energía alternativa a los combustibles convencionales utilizadas por el sector transporte en la CAM, con presencia registrada desde 2006 y que en 2012 representaron el 0,56% del total de energía final consumida en el sector, habiendo alcanzado un máximo de 48 ktep en 2010 (que representó el 0,9% sobre el consumo total de energía en el sector). Respecto a los totales nacionales en 2012 se alcanzó el 17,6% de consumo de biodiesel y el 35,7% de bioetanol ¿Qué importancia tiene, en su opinión, la participación de esta tecnología en la diversificación de las fuentes de energía para el transporte?

1	2	3	4	5	NS/NC

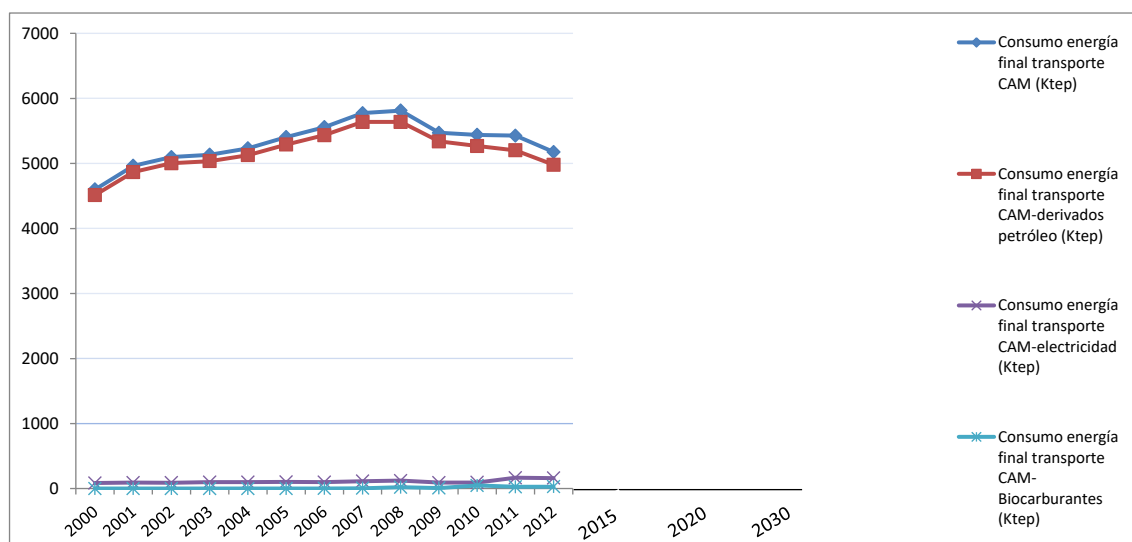
Irrelevante

Decisivo

7. Valore según su importancia las razones que justifican, a su entender, el uso de biocarburantes en la CAM (1. Irrelevante, 2. Poco importante, 3. Moderadamente importante, 4. Importante, 5. Decisivo)

	Marque
• Cumplimiento de la regulación europea y nacional, y reducción de sanciones comunitarias	
• Diversificación energética ante la posible reducción de reservas de petróleo	
• Reducción de emisiones de CO ₂ respecto al uso de combustibles convencionales	
• Estímulo a líneas de I+D en este sector	
• Reactivación de la industria autonómica del sector biocarburantes	

8. El gráfico refleja la trayectoria del consumo de energías por fuentes en la CAM entre 2000 y 2012. ¿Podría indicar cuál cree que será la tendencia previsible para los años 2015, 2020 y 2030?



Fuente: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, Balance Energético 2012.

9. La dieselización del transporte también se deja sentir en la proporción de biodiesel frente al bioetanol. De hecho en la CAM el consumo de biodiesel se encuentra en torno al 98% sobre el total de biocarburantes, en coherencia con el consumo de diésel. Teniendo en cuenta las ventajas energéticas y medioambientales comparativas del uso del bioetanol respecto al biodiesel (CIEMAT 2006):

	E5	E85	BD5A1	BD10A1	BD100A1	BD5A2	BD10A2	BD100A2
Ahorro energía primaria respecto a gasolina 95 o diésel EN-590	0,28%	17%	2%	4%	45%	3%	7%	75%
Ahorro energía fósil respecto a gasolina 95 o diésel EN-590	1,12%	36%	3%	7%	75%	4%	10%	96%
Emissiones evitadas CO2 por km recorrido respecto a gasolina 95 o diésel EN-590*	8gr (4%)	170gr (90%)	6gr (4%)	12gr (8%)	120gr (91%)	8gr (5%)	15gr (9%)	144gr (84%)
Emissiones evitadas GEI por km recorrido respecto a gasolina 95 o diésel EN-590 (expresado en gCO2 equivalente)*	7gr (3%)	144gr (70%)	5gr (3%)	10gr (6%)	92gr (57%)	8gr (5%)	15gr (9%)	144gr (88%)

(*) Sin tener en cuenta efecto ILUC (uso de la tierra o cambio de uso de la tierra)

E5: mezcla de gasolina con 5% de etanol

E85: mezcla de gasolina con 85% de etanol

BD5A1: mezcla de diésel con 5% biodiesel crudo

BD10A1: mezcla de diésel con 10% biodiesel crudo

BD100A1: biodiesel crudo al 100%

BD5A2: mezcla de diésel con 5% biodiesel de aceite vegetal usado

BD10A2: mezcla de diésel con 10% biodiesel de aceite vegetal usado

BD100A2: biodiesel de aceite vegetal usado al 100%

Fuente: CIEMAT, Análisis de Ciclo de Vida de combustibles alternativos para el transporte (2006)

¿considera conveniente aumentar el uso de bioetanol en la CAM?

1	2	3	4	5	NS/NC
Inconveniente				Muy	

II. AMBITO POLÍTICO

1. La Estrategia Europa 2020 incluye entre sus objetivos el correspondiente a Energía y cambio climático, por el que se establece la necesidad de alcanzar en 2020 una cuota de generación de renovables del 20% sobre el consumo de energía final (y 10% para el transporte). En 2012 esta cuota alcanzó en España el 17,7%, en un escenario de crisis que entre 2007 y 2012 propició una reducción del consumo energético del 16%. El Real Decreto-Ley 1/2012⁹² suspende temporalmente las subvenciones a la generación de energía renovable en España, cuya producción, afronta un elevado coste de generación debido, entre otros factores, a un rendimiento relativamente bajo, y a su adquisición por parte de las compañías eléctricas a un precio mayor que el del mercado para acelerar el periodo de amortización de las instalaciones ¿cree ud. que sin esas ayudas será posible alcanzar el objetivo fijado por Europa, así como por el Plan Nacional de Energías Renovables 2011-2020 (20,8%)?

1	2	3	4	5	NS/NC

Muy en desacuerdo

Muy de acuerdo

2. El Real Decreto 459/2011 elevó los objetivos obligatorios de biocarburantes en contenido energético para 2011, 2012 y 2013 del 5,9%, 6,0% y 6,1% fijados en la regulación anterior hasta el 6,4%, 6,5% y 6,5% para los mismos años. Posteriormente la Ley 11/2013 redujo estos objetivos para 2013 y siguientes al 4,1% global, 3,9% en bioetanol y 4,1% en biodiesel.

OBJETIVOS BIOCARBURANTES EN TÉRMINOS DE CONTENIDO ENERGÉTICO (%)

Año	Objetivo global	Objetivo biodiesel	Objetivo bioetanol
2008	1,9*	1,9	1,9
2009	3,4	2,5	2,5
2010	5,83	3,9	3,9
2011	6,2	6	3,9
2012	6,5	7	4,1
2013 y ss.	4,1	4,1	3,9**

* Objetivo voluntario para 2008.

** El objetivo del etanol para Canarias, Ceuta y Melilla se fijó en el 3,8%.

Fuente: EurObserverER 2012, USDA 2012 (en *Biofuels-At what cost? A review of cost and benefits of Spain's biofuel policies* (IISD 2012)).

⁹² Real Decreto-Ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.

El apoyo a las energías renovables y concretamente a los biocarburantes ha ido, pues, a menos en los últimos años, lo que, asociado a las malas condiciones del mercado y elevadas cotas de importación, se ha traducido en un descenso significativo de la producción ¿cree ud que sería necesario establecer para las renovables un marco normativo más estable, que respetara los límites, objetivos y plazos fijados y trazara una línea coherente con la regulación europea? En caso contrario por favor indique los motivos.

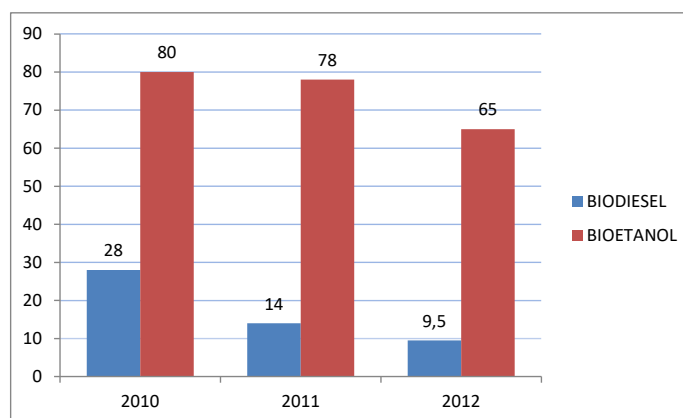
1	2	3	4	5	NS/NC
Innecesario			Muy necesario		

3. Las CCAA pueden diseñar su propia normativa de energías renovables. Entre los instrumentos reguladores habilitados por la Comunidad de Madrid se encuentran el Plan de impulso a las Energías Renovables 2011-2012, el Plan Azul+ (Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la CAM 2013-2020), y por otro lado el Plan de Calidad del Aire de la ciudad de Madrid 2011-2015 y el Plan de Uso Sostenible de la Energía y prevención del cambio climático de la ciudad de Madrid 2020 ¿cree que sería necesario coordinar la política autonómica y la municipal para potenciar las energías renovables en la CAM?

1	2	3	4	5	NS/NC
Innecesario			Muy necesario		

4. Los ratios de utilización del bioetanol y biodiesel en España han seguido una tendencia a la baja desde 2010, hasta alcanzar en 2012 el 65% y 9,5% sobre las capacidades instaladas (4.775.400 y 551.000 tn respectivamente):

RATIO DE UTILIZACIÓN SOBRE CAPACIDAD INSTALADA DE BIOCARBURANTES EN ESPAÑA,
2010-12
(porcentajes)



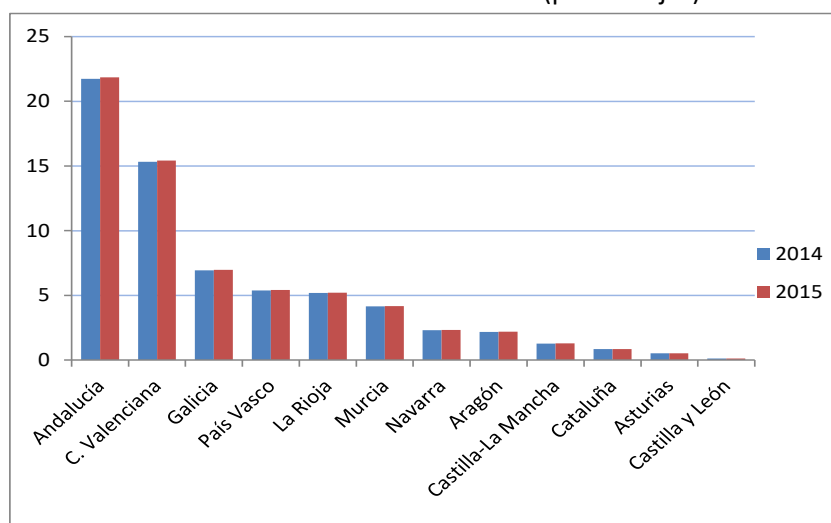
Fuente: APPA 2012

En la última asignación de producción de biodiesel para 2014 y 2015⁹³, el 65 y 68% respectivamente de la cantidad asignada corresponde a plantas españolas (2.983.600 tn en 2014 y 3.093.600 tn en 2015) y el resto a países europeos (especialmente Italia y Alemania). El Anexo III recoge las solicitudes que, pese a haber aportado toda la información, han quedado excluidas, entre las que se encuentran 6 instalaciones españolas ¿considera ud. que se debería haber beneficiado más la producción nacional en coherencia con la capacidad de producción inutilizada en España?

1	2	3	4	5	NS/NC
Muy en desacuerdo			Muy de acuerdo		

5. El mencionado reparto de asignaciones favorece las producciones en las Comunidades Autónomas de Andalucía, Valenciana, de Galicia o Cataluña, lo que incidirá en la reactivación de algunas instalaciones que habían suspendido la producción. En dichas CCAA se comprueba la existencia de instrumentos de apoyo al sector, como el Plan de acción para el impulso de la producción y uso de la biomasa agraria y los biocarburantes en Andalucía 2006-2013, el Plan de Energía y Cambio Climático de Cataluña 2012-2020 que contiene objetivos cuantitativos para biocarburantes a 2020, o el Programa de energías renovables y biocarburantes de la C. Valenciana (Resolución de 2013).

PLANTAS O UNIDADES DE PRODUCCIÓN A LAS QUE SE HA ASIGNADO CANTIDAD DE PRODUCCIÓN DE BIODIESEL (porcentajes)



Fuente: BOE, Resolución de 24 de febrero de 2014.

⁹³ Resolución de 24 de enero de 2014, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se publica la lista definitiva de las plantas o unidades de producción de biodiesel con cantidad asignada para el cómputo de los objetivos obligatorios de biocarburantes.

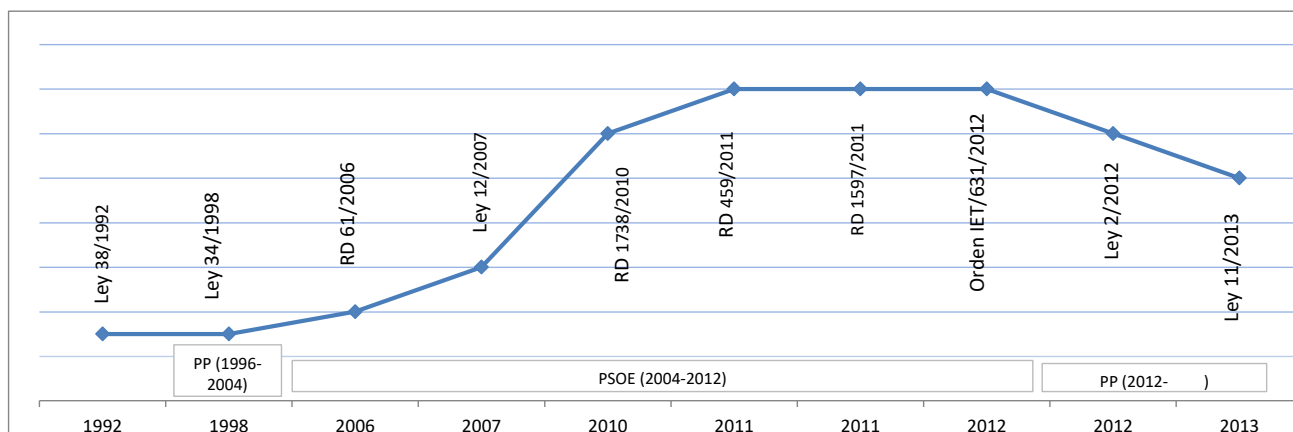
¿Cree que el diseño de una política de incentivos orientada a la producción y uso de biocarburantes en la CAM incidiría en una recuperación de la capacidad instalada, que permitiera optar a asignaciones en próximas convocatorias?

1	2	3	4	5	NS/NC

Muy en desacuerdo

Muy de acuerdo

6. El siguiente gráfico representa la evolución regulatoria de los biocarburantes en España, situando en línea ascendente las políticas de impulso y en línea horizontal o descendente las políticas desincentivadoras:



Ley 38/1992: tipo impositivo 0 para biocarburantes

Ley 34/1998: Objetivos para biocarburantes: 2008=1,9%, 2009=3,4%, 2010=5,8%

Real Decreto 61/2006: Objetivos biocarburantes 2010= 5,75%

Ley 12/2007: Obligación uso biocarburantes (establece objetivos 2008, 2009 y 2010).

Real Decreto 1738/2010: Objetivos biocarburantes 2011 = 5,9%, 2012= 6,0%, 2013= 6,1%

Real Decreto 459/2011: Objetivos biocarburantes 2011 = 6,4%, 2012= 6,5%, 2013= 6,5%

Real Decreto 1597/2011: Criterios de sostenibilidad biocarburantes

Orden IET/631/2012: Excepción de territorialidad (Canarias, Ceuta y Melilla)

Ley 2/2012: tributación 400,69 €/1.000 l para bioetanol y biometanol, y 307 €/1.000 l para biodiesel

Ley 11/2013: Objetivos para 2013 y siguientes: el 4,1% global, 3,9% en bioetanol y 4,1% en biodiesel

Fuente: elaboración propia a partir de los mencionados textos normativos.

¿Cree ud. que el impulso a la política de biocarburantes está condicionada por el signo político del gobierno?

1	2	3	4	5	NS/NC

Muy en desacuerdo

Muy de acuerdo

Si está en desacuerdo indique los motivos.

7. El Plan Energético 2004-2012 de la CA de Madrid perseguía duplicar la aportación de fuentes de energía renovables (desde 200 a 400 ktep/año, o del 2,1 % sobre el consumo total de la CAM al 3,4%), pero factores como la escasa capacidad de acogida de instalaciones eólicas por la protección ambiental de amplias zonas, las dificultades de los huertos solares fotovoltaicos, la crisis del sector inmobiliario que ha ralentizado el desarrollo de la solar térmica, y los cambios regulatorios de las tecnologías acogidas al régimen especial (renovables) han impedido alcanzar ese objetivo. En el caso de los biocarburantes, se pretendía intensificar su aplicación en autobuses urbanos e interurbanos, vehículos del aeropuerto de Barajas, vehículos de limpieza y recogida de R.S.U. y, en menor medida, el servicio del taxi, afectando a unos 250 ktep. El consumo de biocarburantes en la CAM registró un retroceso desde los 48 ktep de 2010 a los 29 ktep en 2012, casi un 40%, frente al 5,5% de reducción del consumo de productos petrolíferos (Fenercom 2013). Dado que la CA de Madrid ha dejado de producir biocarburantes ¿Cuáles es, en su opinión, el impacto de las siguientes medidas en la paralización de la producción y el escaso consumo de biocarburantes de la CAM? (1= Ningún impacto, 2= Poco impacto, 3 = Impacto moderado; 4= Bastante impacto; 5 = Mucho impacto)

	Marque
• Reducción de objetivos obligatorios biocarburantes	
• Reducción de consumo de productos petrolíferos en el transporte	
• Escasa y lenta actualización de planes y programas de energías renovables en la CAM	
• Mejorable atención especializada a cada tecnología en los planes y programas de renovables, incluyendo a los biocarburantes	
• Escaso impulso y difusión utilización de biocarburantes en transporte público de la CAM	
• Mejorable disponibilidad de estadísticas actualizadas sobre los datos clave del sector	
• Posible aplicación medidas de estímulo aplicadas a otras tecnologías, como los vehículos eléctricos p.e. exención de pago en zonas de estacionamiento regulado (S.E.R.) (artículo 65 Ordenanza de Movilidad para la Ciudad de Madrid, 26/09/2005)	
• Ausencia de campañas informativas para mejorar el conocimiento de los biocarburantes entre los usuarios	
• Escasa inversión en el sector	
• Escaso estímulo al consumo en el parque de automóviles privados: pocas ayudas fiscales a la compra de vehículos de combustible flexible (FFV)	
• Reducción del estímulo del consumo en flotas cautivas: escasa difusión de las medidas adoptadas en el transporte público de la CAM	
• Falta de estímulo al consumo en colectivos de interés: taxistas, autobuses interurbanos, tractores	
• Estrategia de Desarrollo Agroenergético pendiente de elaboración (PER 2011-2020)	
• No obligación a fabricantes e importadores de vehículos de informar sobre grado máximo garantizado de mezcla de biocarburantes que admiten (PER 2011-2020)	
• No obligación en estaciones de servicio de comercializar de forma gradual mezclas etiquetadas de biocarburantes (PER 2011-2020)	

Nota 1: FFV (Fuel Flexible Vehicles) se refiere a vehículos de combustible flexible, es decir, que admiten tanto gasolina convencional como bioetanol en mezclas de hasta el 85% (E85).

Nota 2: El parque de autobuses urbanos de la CAM se compone de 1.964 vehículos, de los que el 40% se mueven con gas natural comprimido, el 1% son eléctricos, y el 58,7% son propulsados con biodiesel (www.emtmadrid.es, actualizada el 24 de junio de 2013).

8. El nuevo Plan Energético de la Comunidad de Madrid (Plan Azul+ 2013-2020), establece una serie de medidas para la reducción de un 20% de la emisión de ozono, los óxidos de nitrógeno y las partículas inferiores a 10 micras, entre las que se incluye el fomento del vehículo eléctrico, la renovación de la flota institucional bajo criterios ambientales (sustitución de 171 vehículos convencionales con vehículos híbridos, y 166 por vehículos eléctricos), sustitución de autobuses de la EMT (entre ellos los Euro 3 biodiesel) por otros propulsados por gas, híbridos o eléctricos ¿considera que habría sido conveniente incluir medidas de impulso a los biocarburantes?

1	2	3	4	5	NS/NC

Inconveniente Muy conveniente

9. ¿Cómo valora las siguientes alternativas para que los biocarburantes no desaparezcan de los objetivos de avance hacia un transporte más limpio en la Comunidad de Madrid? (1. Irrelevante, 2. Poco importante, 3. Moderadamente importante, 4. Importante, 5. Decisivo)

	Marque
<ul style="list-style-type: none"> Publicación actualizada sobre las energías renovables en la CAM, que incluya un apartado de biocarburantes con la evolución de los objetivos del Plan 2004-2012, adopción de ayudas y propuestas de desarrollo del sector 	
<ul style="list-style-type: none"> Habilitación en la página web de FENERCOM (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid) de espacios diferenciados para cada tecnología, incluyendo la correspondiente a Biocarburantes (con normativa, estadísticas de evolución del sector, etc.) 	
<ul style="list-style-type: none"> Difusión informativa sobre la situación del sector y explicación de la exclusión de estos combustibles entre las nuevas medidas adoptadas por el Plan Azul+ 2013-2020⁹⁴, dado que se trata de un considerable cambio de actitud respecto a lo reflejado en la Guía de la Bioenergía (2007) o la Guía de la Energía en el Sector del Automóvil (2008) de la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid 	

⁹⁴ ORDEN 665/2014, de 3 de abril, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se aprueba la estrategia de calidad del aire y cambio climático de la Comunidad de Madrid 2013-2020. Plan Azul + (BOCM de 25 de abril de 2014).

III. AMBITO ECONÓMICO

- Entre los impactos atribuidos a los biocarburantes de primera generación destaca su efecto sobre el precio de los alimentos. Así, entre 2007 y 2008 el alza del precio de los alimentos alcanzó un 45% (FAO, 2008c), poco antes de que se desencadenara la crisis financiera internacional, haciéndose hincapié en la producción de biocarburantes como uno de los factores causantes de la crisis alimentaria, junto a otros como la intensificación de fenómenos climáticos extremos, el aumento de la demanda de alimentos y cambio de hábitos alimentarios, o la subida del precio del petróleo (Rodríguez, 2008).

EFFECTOS DE BIOCARBURANTES SOBRE EL PRECIO DE DIFERENTES MATERIAS PRIMAS

Materia prima	Rango efectos precio (%)	Comentarios
Estudios enfocados sobre los efectos de la política europea de biocarburantes		
Semillas oleaginosas	8-20	
Aceites vegetales	1-36	
Cereales/maiz	1-22	El European Simulation Model (ESIM, Blanco Fonseca et al, 2010) proyectan un aumento de los precios del maiz hasta el 22%. El resto de estudios en menos del 8%.
Trigo	1-13	
Azúcar (caña, remolacha)	1-21	El European Simulation Model (ESIM, Blanco Fonseca et al, 2010) proyectan un aumento de los precios del maiz hasta el 21%. El resto de estudios en menos del 2%.
Estudios que analizan los impactos de regulaciones globales/multirregionales de biocarburantes		
Semillas oleaginosas	2-7	
Aceites vegetales	35	OCDE (2008) es el único estudio global que proporciona cifras para aceites vegetales
Cereales/maiz	1-35	
Trigo	1-8	
Azúcar (caña, remolacha)	10 aprox	Timilsina et al (2010) es el único estudio global que proporciona cifras para el azúcar, entre el 9,2 y el 11,6% según el escenario

Fuente: Compilación ofrecida por el Instituto Europeo de Política Ambiental, EU Biofuel use and agricultural commodity prices: a review of the evidence base (june 2012).

¿Cuál sería, a su entender, el peso de los siguientes factores sobre dicho efecto? (1. Irrelevante, 2. Poco importante, 3. Moderadamente importante, 4. Importante, 5. Decisivo)

	Marque
Déficit de producción mundial de cereales: la cosecha para 2010 alcanzó 2.230 millones tn (1,4% menos que en 2009), y el consumo 2.260 millones tn (1.050 millones se destinaron a consumo humano, y el resto a piensos, combustibles, y otros usos).	
Efecto de los mercados mundiales que canalizan gran parte de la producción de cereales, semillas oleaginosas y aceites vegetales y tienen cada vez mayor incidencia en la formación de los precios, en un contexto de liberalización y desregulación	
Cierres o restricciones a la exportación de materias primas por países excedentarios	
Subida de precio del petróleo, que incrementa la rentabilidad y el precio de los agrocarburos, unos productos cada vez con más peso en la producción total de grano	
Especulación financiera: acaparamiento en mercados de futuros ("commodities")	
Depreciación del dólar estadounidense en relación a algunas divisas	
Otros (indique cual)	

2. Las energías renovables españolas recibieron en 2011 más de 6.500 y en 2012 más de 7.200 millones de euros en concepto de subvenciones, consiguiendo entre 2005 y 2010 un ahorro neto al sistema de 9.173 millones de euros según la Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA). En 2012⁹⁵ el Gobierno suspendió las ayudas económicas a la generación de energía a partir de renovables, ya que “mantener el actual sistema de retribución no es compatible con la situación actual de crisis económica y descenso de la demanda por lo que, mientras se reforma el sistema y se avanza hacia un marco retributivo que promueva una asignación eficiente de recursos, se procede a paralizar temporalmente el sistema retributivo”; además, según el MINETUR, las primas a las renovables son en parte responsables del déficit de tarifa del sistema eléctrico. Esta suspensión se aplicará a las nuevas instalaciones de tecnologías acogidas al régimen especial (eólica, solar fotovoltaica, termosolar, cogeneración, biomasa, biogás, minihidráulica y de residuos, así como a las instalaciones de régimen ordinario de tecnologías asimilables a las incluidas en el régimen especial). ¿Cómo cree ud. Que afectará esta eliminación temporal de ayudas a las renovables? (1=Nada, 2 = Poco, 3= Moderadamente, 4 = Bastante, 5 = Mucho)

	Marque
• En beneficio de los consumidores al reducir déficit tarifario sistema eléctrico	
• En detrimento de la generación de renovables, y por tanto en un retroceso del sector y pérdida de empleos	
• En beneficio de las grandes empresas de generación eléctrica	
• Provocando retraso en el cumplimiento de los objetivos de Europa 2020 (alcanzar el 20% de renovables sobre el consumo bruto final de energía)	
• Causando posibles penalizaciones por incumplimiento normativa europea	
• Posible repercusión en inversiones post-2020	

Nota: déficit tarifario se refiere a la deuda aplazada de los consumidores con las compañías eléctricas para mantener bajos los precios de la electricidad, ya que las tarifas no incluían todos los costes de la generación eléctrica.

3. ¿Cree ud que deberían reducirse también los incentivos a la producción de energías convencionales, más competitivas aunque también más contaminantes, como las centrales térmicas de carbón (garantizadas hasta el 31 de diciembre de 2014), o las nucleares?

1	2	3	4	5	NS/NC

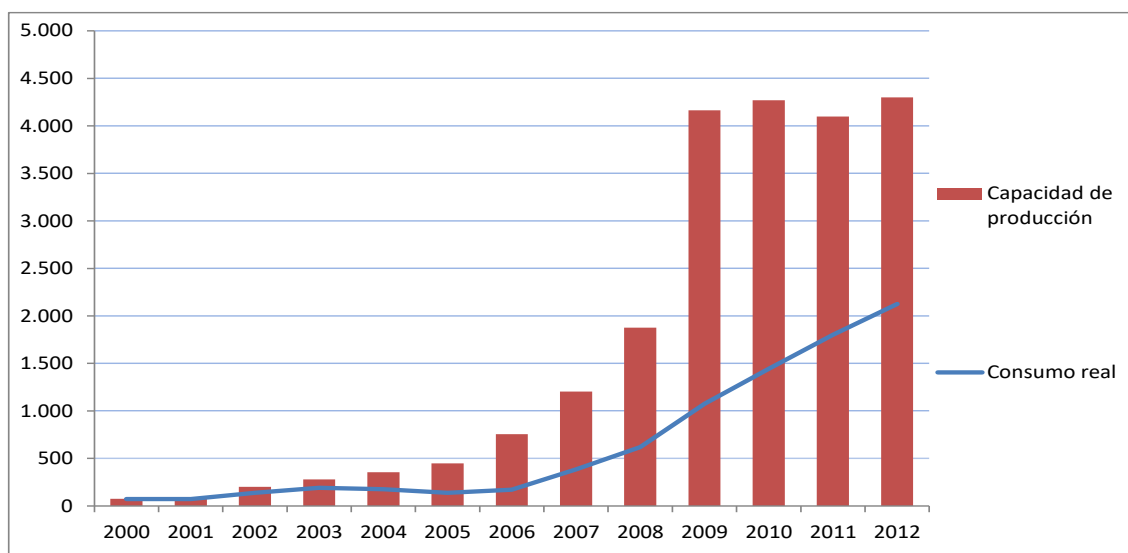
Muy en desacuerdo

Muy de acuerdo

⁹⁵ Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos

4. La capacidad instalada de biocarburantes en España ha superado a la producción desde el año 2000, especialmente gracias al biodiesel que en 2012 representaba el 89,6% de la capacidad instalada.

CAPACIDAD INSTALADA Y CONSUMO DE BIOCARBURANTES EN ESPAÑA, 2000-2012
(Ktep)



Fuente: IDEA (2011), y Minetur (2012).

VENTAJAS BIOCARBURANTES	INCONVENIENTES BIOCARBURANTES
<ul style="list-style-type: none"> . Desarrollo sostenible en agricultura y energía . Reducción emisiones contaminantes de SO₂, partículas, humos, hidrocarburos y compuestos aromáticos . Mejora de calidad del aire . Reducción generación compuestos cancerígenos (PAH –hidrocarburos aromáticos policíclicos-) . Reducción de CO₂ . Balance energético positivo . El 85% del biodiesel se degrada en 28 días. El bioetanol es más biodegradable que las gasolinas . Desarrollo rural. Además, los cultivos con fines energéticos presentan menores requerimientos durante el cultivo que los alimentarios (pesticidas, abonos, conservación, etc.), . Reduce dependencia del petróleo 	<ul style="list-style-type: none"> . Mayor coste energético de producción . Aumento de emisiones NO_x (1,2% en caso de biodiesel mezcla 20%, y 5% en caso de bioetanol) . Aumento emisión compuestos orgánicos volátiles . Posibles repercusiones sobre el precio de los alimentos de producción de biocarburantes de primera generación . Repercusiones en pérdida de biodiversidad . En algunos casos es necesario adaptar los vehículos antiguos (en mezclas a partir del 10%)

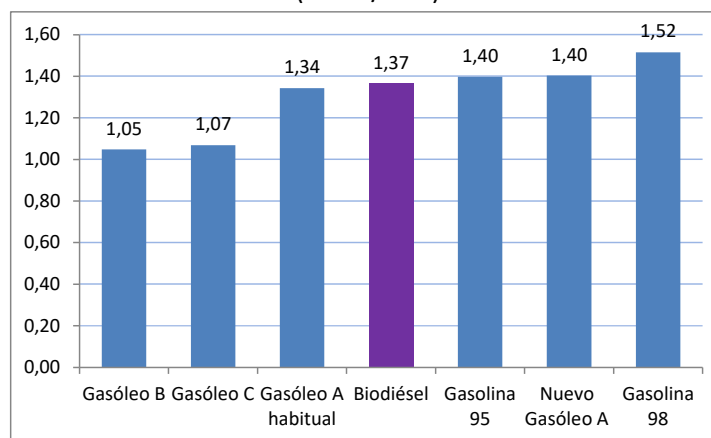
Fuente: Guía de la Energía en el Sector del Automóvil CA Madrid (Fenercom 2008).

Dadas las ventajas e inconvenientes asociados a estos carburantes ¿cree que sería necesario recuperar y mejorar las políticas de estímulo a su producción y consumo para aproximar el consumo a la capacidad instalada?

1	2	3	4	5	NS/NC
Innecesario					Muy necesario

5. El Real Decreto-Ley 1/2012⁹⁶, expone que, entre las medidas para reducir el déficit de tarifa eléctrica y para promover una asignación eficiente de recursos en el mercado, desde el 1 de enero de 2013 el tipo asignado en el Impuesto Especial de Hidrocarburos (IEH) a los biocarburantes, que hasta ese momento había sido de 0€ (para compensar la mayor producción de los combustibles fósiles, y en reconocimiento a su capacidad para reducir los GEI), pasa a ser el mismo que el vigente para carburantes convencionales de automoción (en aplicación de la Ley 2/2012 de Presupuestos Generales del Estado, que modifica la Ley 38/1992, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales): el bioetanol paga un tipo impositivo de 424,69 euros por cada 1.000 litros y el biodiésel, de 331 euros, es decir, lo mismo que la gasolina SPb95 y el gasóleo A, a lo que hay que añadir un IVA del 21 %, del que también estaban exentos.

PRECIOS CARBURANTES EN LA COMUNIDAD DE MADRID (22/02/2014)
(euros/litro)



Fuente: Estadística de Productos Petrolíferos (CNMC)

⁹⁶ Real Decreto-Ley 1/2012⁹⁶, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.

Diga si está de acuerdo con las siguientes afirmaciones (1. muy en desacuerdo, 2. En desacuerdo, 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4. De acuerdo, 5. Muy de acuerdo):

	Marque
• Se trata de una medida de tipo recaudatorio, que no pretende castigar al sector	
• Supone disuadir el uso de combustibles alternativos en lugar de fomentarlos	
• Ha incidido en la subida de precios de los combustibles convencionales	
• Los sectores de transporte (de carga y viajeros) se han visto especialmente perjudicados	
• Debería restablecerse la exención para determinadas mezclas de biocarburantes etiquetadas (B30, B100 y E85)	
• Podría haberse propuesto la aplicación de un tipo inferior, no necesariamente igual al de los combustibles convencionales	

6. El cambio fiscal de los biocarburantes afecta a los usuarios que hasta el cierre de 2012 no pagaban impuestos ¿cree que sería necesario mejorar la información que reciben los usuarios a este respecto?

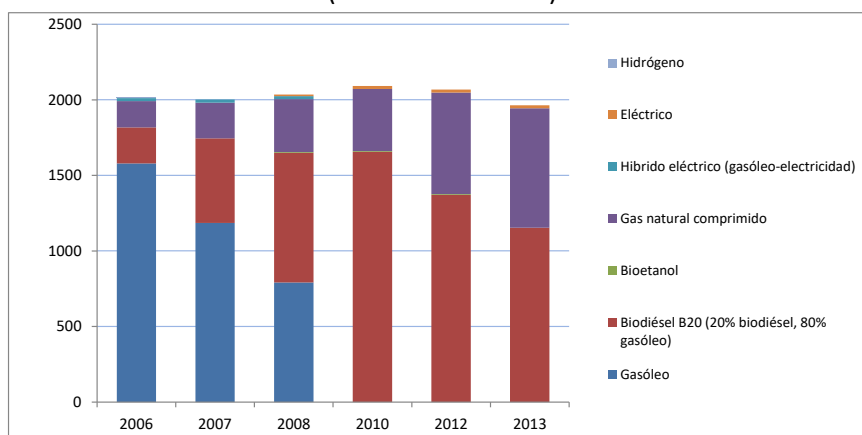
1	2	3	4	5	NS/NC

Innecesario

Muy necesario

7. Según la Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (CORES), el contenido medio de bioetanol en las gasolinas se situó en 2012 entre el 6 % y el 7,5 %, mientras que los gasóleos incorporaban entre un 8,1 % y un 9,8 % de biodiesel. Existen vehículos especialmente diseñados (flexi-fuel) que admiten etanol E85 (mezcla de gasolina y bioetanol con un 85% en volumen de bio), así como taxis o autobuses urbanos que se mueven con biodiesel B30 (mezcla de gasóleo y biodiesel en una proporción de 70 a 30). La flota de autobuses urbanos de la CAM está propulsada por biodiesel en casi el 60%; sin embargo, en los últimos años se está desincentivando el uso de estos autobuses a favor de los propulsados por Gas Natural para cumplir el Plan de Calidad del Aire 2011-2015.

EVOLUCIÓN PARQUE MÓVIL EMT SEGÚN TIPO DE CARBURANTE, 2006-2013
(número vehículos)



Nota: Euro V = vehículos ecológicamente mejorados. GNC = gas natural convencional.

Fuente: Informe anual EMT de Madrid, 2012, Informe Corporativo (24 de junio de 2013).

Los ingresos de la EMT previstos para 2014 son un 5,8% inferiores a los de 2013, por lo que ante esta falta de presupuesto se optará temporalmente por la instalación de filtros de partículas con catalizador hasta la sustitución de los vehículos ¿cree ud que, si de esta forma se cumple el Plan de Calidad, debería mantenerse la cuota de autobuses propulsados por biocarburantes?

1	2	3	4	5	NS/NC

Muy en desacuerdo

Muy de acuerdo

Si está en desacuerdo explique los motivos.

8. Desde 1998 la CAM, a través de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, cuenta con una línea de ayudas para proyectos de eficiencia energética y renovables, regulada anualmente a través de Órdenes del Consejero de Economía e Innovación Tecnológica. Hasta 2011 las ayudas incluían vehículos de combustión de biocarburantes. Sin embargo, el Plan Estratégico de Subvenciones de la DGT en 2012, o el Plan PIAM, de ayudas del Gobierno madrileño para modernizar la flota de taxis, orientadas al cumplimiento de la norma Euro VI⁹⁷, impulsan los vehículos híbridos eléctricos puros o que utilicen gas licuado del petróleo –GLP- o gas natural comprimido, menos contaminantes, excluyendo de la iniciativa a los biocarburantes.

**SUBVENCIONES PARA LA ADQUISICIÓN O TRANSFORMACIÓN DE VEHÍCULOS ALIMENTADOS
CON ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN LA COMUNIDAD DE MADRID
(Euros)**

Tipos de vehículos	2011	2012	2013
Combustión directa hidrógeno o pilas combustible	7.000		
Vehículos híbridos capacidad tracción eléctrica	2.300	2.300	
Vehículos híbridos sin capacidad tracción eléctrica	2.000	2.000	
Vehículos gas natural o gas licuado petróleo	1.200		
Motocicletas	750	750	
Transformación turismo usado a gas	450	450	
Transformación turismo usado a eléctrico		3.000	
Vehículos industriales (gas o hidrógeno)		12.000 a 50.000	
Taxis (vehículos híbridos, eléctricos o a gas)			2.000 a 6.000

Nota: Las categorías "Combustión directa de hidrógeno o pilas combustible" y "gas natural o gas licuado petróleo" en 2011 admitían vehículos de biocarburantes.

Fuente: 2011: Orden de 28 de junio de 2011, por la que se aprueban las bases reguladoras de la concesión de subvenciones para la adquisición o transformación de turismos, furgones y motocicletas alimentados con energías alternativas, y se efectúa su convocatoria para el ejercicio 2011.

2012: Orden de 3 de febrero de 2012, por la que se aprueba el Plan Estratégico de Subvenciones de la Dirección General de Transportes para 2012.

2013: Orden 2941/2013, de 19 de noviembre, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se aprueba la convocatoria correspondiente al ejercicio 2013 de las ayudas para la adquisición de vehículos eficientes para uso de autotaxi (Plan PIAM).

⁹⁷ Reglamento (CE) n° 595/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de junio de 2009, relativo a la homologación de los vehículos de motor y los motores en lo concerniente a las emisiones de los vehículos pesados (Euro VI) y al acceso a la información sobre reparación y mantenimiento de vehículos y por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 715/2007 y la Directiva 2007/46/CE y se derogan las Directivas 80/1269/CEE, 2005/55/CE y 2005/78/CE (Texto pertinente a efectos del EEE).

¿considera ud. que sería necesario informar sobre el cambio de criterio a la hora de asignar las ayudas, especialmente en lo que se refiere a los biocarburantes?

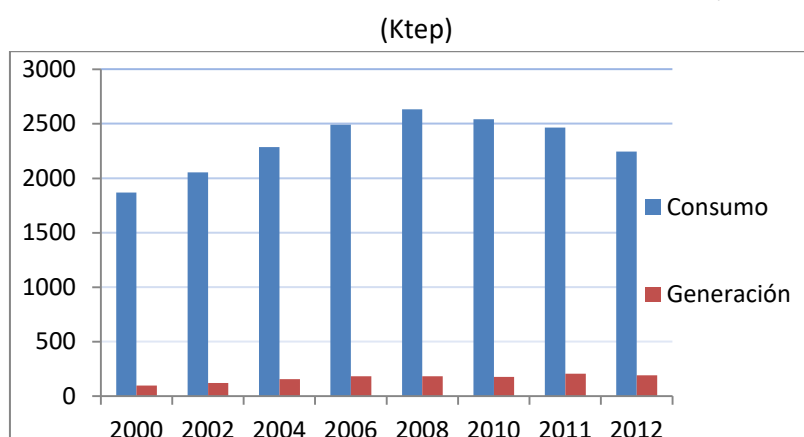
1	2	3	4	5	NS/NC

Innecesario

Muy necesario

9. La capacidad de generación de energía eléctrica en la CAM es escasa (en 2012 alcanzó el 8,5% sobre el consumo), y en el caso del GLP y gas natural no hay generación, siendo preciso importarlo. Por tanto, la electricidad que se consume en el transporte no será de producción local, y en su mayor parte no será de generación limpia (en 2011 la participación de las renovables en la generación de electricidad en España alcanzó el 30%).

CONSUMO Y GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CAM, 2000-2012



Fuente: Balance energético de la CAM 2011-2012 (Fenercom 2013).

¿está de acuerdo con las siguientes afirmaciones? (1. muy en desacuerdo, 2. En desacuerdo, 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4. De acuerdo, 5. Muy de acuerdo)

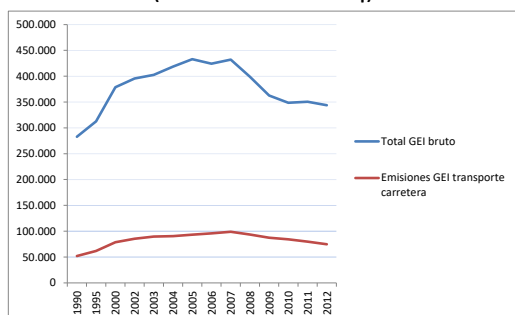
	Marque
<ul style="list-style-type: none"> En el caso del GLC o GNC se siguen promocionando líneas relacionadas con combustibles fósiles, que reducen las emisiones pero no la importación (que alcanza el 40%), por lo que debería moderarse este apoyo 	
<ul style="list-style-type: none"> En el caso de vehículos eléctricos, no hay garantías de que la procedencia de la electricidad sea limpia (renovables o cogeneración), por lo que debería exigirse esta garantía 	
<ul style="list-style-type: none"> Se deberían incluir los biocarburantes en las propuestas de ayudas a combustibles alternativos 	

Nota: Se denomina cogeneración a la técnica que permite producir calor y electricidad en un único proceso. Las centrales de cogeneración de electricidad-calor pueden alcanzar un rendimiento energético del orden del 90%. Es una producción más limpia que la de centrales de petróleo o carbón, ya que durante la combustión el gas natural libera menos dióxido de carbono (CO₂) y óxido de nitrógeno (NOX).

IV. AMBITO MEDIOAMBIENTAL

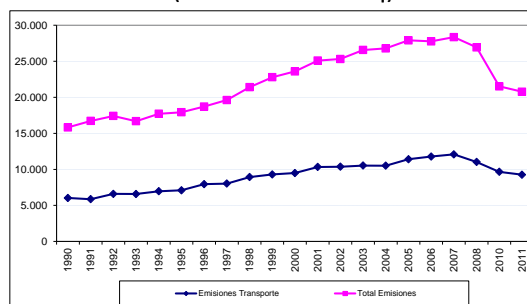
1. Las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) son causantes del llamado “efecto invernadero”, acumulación en la atmósfera de gases responsables del cambio climático global. En España estas emisiones siguieron una tendencia ascendente hasta 2005; a partir de ese año y hasta 2012 han mantenido un retroceso como consecuencia de la caída de actividad económica durante el periodo de crisis, que en el caso de las emisiones por transporte de carretera no se inicia hasta 2007, representando en 2012 el 21,7% sobre las emisiones totales.

EMISIONES GEI EN ESPAÑA, 1990-2012
(Miles ton CO2 eq)



Fuente: Informe de emisiones GEI en España 1990-2012 (WWF España 2013).

EMISIONES GEI EN LA CAM, 1990-2011
(Miles ton CO2 eq)



Fuente: Inventario de emisiones a la atmósfera en la Comunidad de Madrid 1990-2010 y avance 2011 (Comunidad de Madrid, noviembre 2013).

En la Comunidad de Madrid también se registró un descenso de las emisiones GEI a partir de 2007, más acusado en las emisiones totales. El transporte fue responsable en 2011 del 44,6% del total de emisiones, muy por encima de la media nacional. Madrid fue en 2011 la tercera Comunidad en consumo tanto de gasóleo como de gasolina. ¿Cree ud. necesario que la CAM reduzca estas emisiones contaminantes?

1	2	3	4	5	NS/NC
Innecesario				Muy necesario	

2. En caso afirmativo ¿qué medidas considera más efectivas? (1= Nada efectiva, 2= Poco efectiva, 3 = Moderadamente efectiva; 4= Bastante efectiva; 5 = Muy efectiva)

	Marque
• Reducir el tráfico de vehículos privados	
• Mejorar el parque de vehículos privados (Plan PIVE)	
• Impulsar el uso de combustibles alternativos, más limpios	
• Mejorar el reparto modal de transporte, fomentando el transporte público mediante bajada de precios	

3. Para que los biocarburantes utilizados en el transporte puedan computar en el alcance de objetivos de reducción de emisiones GEI, deben cumplir los criterios de sostenibilidad establecidos en el Real Decreto 1597/2011 (que traspone la Directiva 2009/28/CE), entre los que destacan una reducción de emisiones GEI de al menos un 35% respecto a los convencionales hasta 2017, o que no se produzcan a partir de materias primas procedentes de tierras de elevada biodiversidad (bosques primarios, espacios protegidos, humedales, turberas, etc). España registró un 0% de biocarburantes certificados como sostenibles en 2013, avalado por la moratoria para la verificación de la sostenibilidad incluida en el Real Decreto-Ley 4/2013, que establece “un periodo de carencia para la aplicación del periodo transitorio para la verificación de la sostenibilidad de los biocarburantes y biolíquidos”, modificando el Real Decreto 1597/2011 ¿cree ud que esta medida afectará positivamente al desarrollo competitivo del sector?

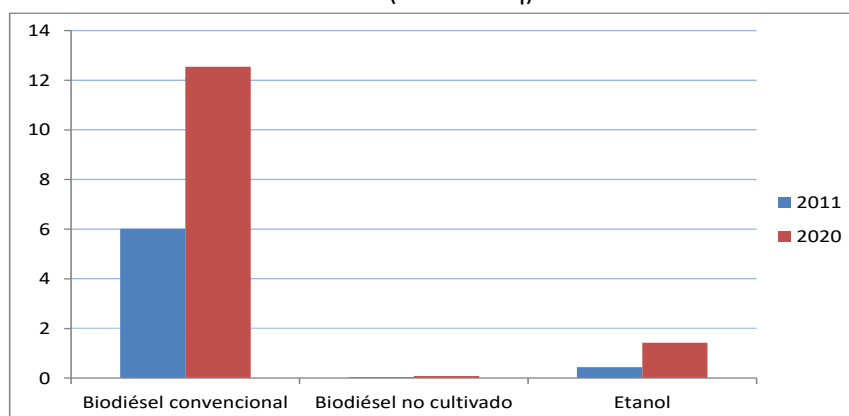
1	2	3	4	5	NS/NC

Muy en desacuerdo

Muy de acuerdo

4. Entre las principales ventajas atribuidas a los biocarburantes destaca la capacidad de reducir las emisiones de CO₂ (el PER 2011-2020 estima un ahorro de emisiones en 2010 de 3,7 millones ton de CO₂ por uso de biodiesel y de 0,34 por el uso de bioetanol). Sin embargo, este ahorro es función del país de origen y las condiciones de producción de las materias primas y productos elaborados. Además, su producción en terrenos ya cultivados puede desplazar la producción de cultivos alimentarios a otras zonas de elevado valor natural, provocando aumento de emisiones CO₂ (lo que se denomina efecto del uso de la tierra o del cambio de uso de la tierra, ILUC (Indirect Land Use Change impacts). En el caso de España en su mayoría proceden de terceros países (en 2011, en el caso del bioetanol el 73% de la materia prima y el 42% del producto fueron de importación, y en el del biodiesel el 95% de la materia prima y el 75,5% del producto elaborado), el efecto del uso de biocarburantes es discutible.

EFFECTO DEL USO DE BIOCARBURANTES SOBRE LAS EMISIONES GEI EN ESPAÑA TENIENDO EN CUENTA EL EFECTO ILUC, 2011 Y 2020
(Mt CO₂ eq)



Fuente: Biofuels-At what cost? A review of cost and benefits of Spain's biofuel policies (International Institute for Sustainable Development, 2013).

Según el Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IIDS 2013), teniendo en cuenta el efecto ILUC en España se habría alcanzado un aumento de emisiones de 6 millones tn de CO₂ en 2011, previendo alcanzar en 2020 los 12,5 millones tn. Teniendo en cuenta lo anterior, ¿cree que sería conveniente impulsar el consumo de materias primas nacionales para la producción de biocarburantes y reducir en lo posible la importación?

1	2	3	4	5	NS/NC

Inconveniente

Muy
conveniente

5. La CAM tiene un elevado potencial para producir biocarburantes avanzados, a partir de cultivos bioenergéticos, o el aprovechamiento de residuos (agroforestales, domésticos), estimado en unas 192 Ktep/año, muy superior a las 29 Ktep consumidas en 2012. Eso significa que hay margen para incentivar su consumo ¿cree que sería importante impulsar su producción?

1	2	3	4	5	NS/NC

Irrelevante

Decisivo

6. Hasta ahora los biocarburantes han tenido un evidente impulso en el Parque de autobuses municipales de la Comunidad de Madrid, donde en 2012 representaron el 53,7% del total de carburante utilizado. Sin embargo, su utilización en el parque de automóviles de la CAM es muy pequeña. Para su impulso ¿le parecen efectivas las siguientes medidas? (1= Nada efectiva, 2= Poco efectiva, 3 = Moderadamente efectiva; 4= Bastante efectiva; 5 = Muy efectiva)

	Marque
• Aumentar la información disponible a los consumidores en las estaciones de servicio sobre biocarburantes (porcentaje de mezcla, ventajas ambientales, etc)	
• Aumentar el número de estaciones de servicio que distribuyan biocarburantes	
• Realizar campañas publicitarias sobre el uso de los biocarburantes	
• Incentivar su utilización en sectores como el transporte de carga por carretera, vehículos agrícolas, transporte interurbano	
• Ofrecer al ciudadano cursos formativos sobre las energías renovables en la CAM, incluidos los biocarburantes	
• Incentivar la venta de vehículos flexi-fuel, o que permitan mezclas elevadas de biocarburantes	

7. La reciente tendencia a reducir la presencia de biocarburantes obedece a la necesidad de cumplir las normas Euro sobre emisiones contaminantes de los vehículos a motor:

NORMATIVA EUROPEA DE ESTÁNDARES DE EMISIÓN DE VEHÍCULOS

Normas	Fecha aprobación	Emisiones (gr/km)				
		CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
Euro 1/I	1 de julio 1992					
Gasolina		2,72	-	0,97	-	-
Diesel		2,72	0,97	-	-	0,14
Euro 2/II	1 de enero de 1996					
Gasolina		2,2	-	0,5	-	-
Diesel		1	0,7	-	-	0,08
Euro 3/III	1 de enero de 2000					
Gasolina		2,3	0,2	0,5	0,15	-
Diesel		0,64	0,56	-	0,5	0,05
Euro 4/IV	1 de enero de 2005					
Gasolina		0,1	0,1	-	0,08	-
Diesel		0,5	0,3	-	0,25	0,025
Euro 5/V	1 de septiembre de 2009					
Gasolina		0,1	0,1	-	0,06	0,005
Diesel		0,5	0,23	-	0,18	0,005
Euro 6/VI	1 de septiembre de 2013					
Gasolina		0,1	0,1	-	0,06	0,005
Diesel		0,5	0,17	-	0,08	0,005

Fuente: European Automobile Manufacturers Association (ACEA)

Si bien es cierto que el uso de biodiesel puede aumentar la emisión de NOx, también lo es que no se han tenido en cuenta los riesgos asociados a otras tecnologías alternativas para el transporte actualmente impulsadas, como el gas natural (cuyo almacenamiento provoca movimientos sísmicos, y cuyas operaciones de perforación para realizar sondeos – “fracking”- puede contaminar acuíferos, desestabilizar el terreno, etc),; o a la generación de electricidad, cuyo origen renovable no puede garantizarse (según la Asociación Española de Energías Renovables⁹⁸, producir un kilovatio hora (kWh) de electricidad con el mejor sistema renovable –el minihidráulico– tiene un impacto ambiental 300 veces inferior al producido con lignito, 250 veces menor respecto al generado con carbón o petróleo, 125 veces inferior al producido con uranio, y 50 veces menor que generarlo con gas natural).

¿considera ud. que desde el punto de vista medioambiental está justificado el uso de estas fuentes de energía como combustibles alternativos, en detrimento de los biocarburantes?

1	2	3	4	5	NS/NC

Muy en desacuerdo

Muy de acuerdo

⁹⁸ APPA (2004).

V. AMBITO TECNOLÓGICO

1. Ante los problemas asociados a la producción y utilización de biocarburantes convencionales o de primera generación (competencia con cultivos tradicionales, posible efecto sobre la elevación de precios de cultivos alimenticios, acaparamiento de tierras y desplazamiento de población, insuficiente producción para cubrir la demanda, etc), es necesario avanzar en tecnologías que hagan posible el desarrollo de biocarburantes avanzados. El aumento de rendimiento de los cultivos, la gestión eficiente del uso de la tierra, el desarrollo de procesos eficientes que generen productos de calidad, o la optimización de combustibles y motores para asegurar la compatibilidad entre biocarburantes y parque automovilístico existente, son los objetivos de la Plataforma tecnológica europea de los biocarburantes, también recogidos en el Plan de Implementación de la Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa 2015. Señale las medidas que considere más efectivas para alcanzarlos (1= Nada efectiva, 2= Poco efectiva, 3 = Moderadamente efectiva; 4= Bastante efectiva; 5 = Muy efectiva)

	Marque
<ul style="list-style-type: none">• Mejora genética de cultivos tradicionalmente empleados por la industria de biocarburante (girasol, colza, cereales)	
<ul style="list-style-type: none">• Búsqueda de nuevos cultivos compatibles con las tecnologías de conversión actuales	
<ul style="list-style-type: none">• Utilización de otras materias primas (materiales lignocelulósicos, como pajas, astillas, residuos agrícolas)	
<ul style="list-style-type: none">• Utilización de residuos sólidos urbanos	
<ul style="list-style-type: none">• Utilización de aceites vegetales reciclados	
<ul style="list-style-type: none">• Utilización de algas para la producción de biocarburantes	

2. El PER 2011-2020 prevé una evolución desde las actuales tecnologías para producir bioetanol (basadas en procesos de fermentación o de molienda, en función de la materia prima) y biodiesel (basadas en la transesterificación de aceites vegetales) hacia una optimización tecnológica que mejorará la cantidad y calidad de co-productos y eficiencia energética de los procesos (por ejemplo, a través del uso de co-productos o residuos del proceso como combustible en plantas de cogeneración). Para ello propone un catálogo de actuaciones, aún en proceso de implementación ¿Cuáles serían, en su opinión, más efectivas para el impulso del sector en la CAM? (1= Nada efectiva, 2= Poco efectiva, 3 = Moderadamente efectiva; 4= Bastante efectiva; 5 = Muy efectiva)

PER 2011-2020	Marque
Propuestas normativas	
. Definición de Explotación Agraria Productora de Energías Renovables. Establecimiento de incentivos	
. Elaboración de Plan regional de desarrollo agroenergético	
. Desarrollo de especificaciones técnicas para determinadas mezclas etiquetadas de biocarburantes (B30, E85)	
. Modificación de Reglamento de Impuestos Especiales para detallar requisitos de establecimientos autorizados para mezclar biocarburantes	
. Diseño de sistema de control de sostenibilidad de biocarburantes y biolíquidos comercializados en España	
. Estudio comparativo de impacto del comercio de biocarburantes en los mercados europeos	
. Unificación de listados de productos considerados biocarburantes	
. Establecimiento de obligación para que fabricantes e importadores de vehículos informen sobre grado de mezcla de biocarburantes aconsejado	
. Establecimiento de obligación progresiva de comercialización de mezclas etiquetadas de biocarburantes en estaciones de servicio	
. Establecimiento de incorporar en pliegos de condiciones de concursos para concesiones de líneas de transporte por carretera la necesidad de realizar un consumo mínimo de biocarburantes	
. Impulso de Programa de Desarrollo Tecnológico que aborde la cadena de valor de los biocarburantes	
Propuestas de promoción	
. Adquisición por las AAPP de vehículos cuyos fabricantes garanticen uso de mezclas etiquetadas de biocarburantes	
. Elaboración de programa de actuación para aumentar presencia de biocarburantes en el consumo energético relacionado con Defensa Nacional	
Propuestas de información	
. Intensificación del control sobre empresas generadoras de grasas residuales para seguimiento del mercado	
Propuestas de estudio	
. Obtención de datos de emisiones de GEI de los cultivos más representativos en comarcas agrícolas	
. Estimación de flujos de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O en parcelas de cultivo y de potencial almacenamiento de carbono en el suelo de dichas parcelas	

3. La Plataforma Tecnológica Europea de los Biocarburantes (PTEB) prevé que el desarrollo de las tecnologías de transformación de la biomasa para producir biocarburantes permitirá en la primera mitad de la década 2011-20 mejorar los procesos actuales de fabricación de bioetanol, bio-ETBE y biodiesel, mientras que en la segunda mitad será posible incorporar al mercado procesos productivos de bioetanol a partir de celulosa, o nuevos biocarburantes como el Bio-DME o el BtL. En España existe una Plataforma Tecnológica de Mercados Biotecnológicos, que incluye el área de los biocarburantes, y una Plataforma Tecnológica de la Biomasa (BioPlat) orientada a la coordinación de todos los sectores implicados en el desarrollo de la biomasa para su implantación comercial de forma competitiva y sostenible. En la Comunidad de Madrid existen algunas instituciones e iniciativas para el impulso de los biocarburantes:

- Instituto Madrileño de Estudios Avanzados, Área Energía, líneas de investigación sobre biocombustibles y combustibles derivados de residuos orgánicos;
- Madrid Network Energías Renovables, que reúne información de clúster y parques tecnológicos en la región, con escaso contenido en biomasa y biocarburantes;

¿cree ud que sería importante una mayor visibilidad y difusión de las iniciativas y proyectos tecnológicos existentes en la Comunidad de Madrid relativos a biocarburantes?

1	2	3	4	5	NS/NC

Irrelevante

Decisivo

4. Entre las opciones para la fabricación de biocarburantes se encuentra la producción de nuevos cultivos energéticos, con menores requerimientos y mayor productividad, lo que también se encuentra entre los objetivos del Programa de Desarrollo Rural de la CAM 2007-2013. La CAM dispone de 66.800 hectáreas en barbecho, que representan el 32,5% de los terrenos de cultivo de la región, en los que podrían introducirse cultivos alcoholígenos para producir bioetanol, como patata (*Helianthus tuberosus*) y sorgo azucarero (*Sorghum bicolor*), y otros para producir biodiesel, como colza (*Brassica napus*) o cardo (*Cynara cardunculus*). ¿cree que sería necesario aumentar la producción de estos cultivos en la región?

1	2	3	4	5	NS/NC

Innecesario

Muy necesario

5. Otra alternativa es la fabricación de biocarburantes a partir de residuos sólidos urbanos. Dada la cantidad de RSU generada anualmente por la región (2,7 millones tn en 2011, de los que el 18,6% se recogieron de forma selectiva y el resto mezclados) y ante la todavía elevada proporción de los depositados en vertedero, según prevé la Estrategia de RSU de la Comunidad de Madrid 2006-2016 es muy probable que a partir de 2014 sea necesario disponer de instalaciones adicionales a las existentes⁹⁹. En España existe la tecnología capaz de transformar 1kg de biomasa (incluyendo la fracción orgánica de residuos municipales, residuos comerciales e industriales) en 0,6 litros de bioetanol ¿Cree ud. que sería necesario incorporar una tecnología capaz de aprovechar el exceso de residuos urbanos que van a vertedero en la CAM?

1	2	3	4	5	NS/NC

Innecesario

Muy necesario

6. Ya en marcha dentro del territorio de la CAM, existe la opción de obtener biocarburantes a partir de aceites usados. Se estima que el aceite usado de cocina generado en los hogares de la región supera las 10.000 toneladas/año, mientras la recuperación para su aprovechamiento energético es inferior al 8% en el sector doméstico. Además de su poder contaminante (1 l de aceite contamina 1.000 l de agua) el vertido de aceite por los desagües y sumideros domésticos puede suponer costes de limpieza y mantenimiento que oscilan entre 0,30 y 0,50 € por litro. Madrid sólo cuenta con 16 puntos fijos y 21 puntos móviles para la recogida de este residuos; y lo que es peor, en Madrid capital no está autorizada la instalación de contenedores fijos de aceite en las calles mientras si lo está en municipios de la Comunidad autónoma, como Alcalá de Henares, Tres Cantos, Guadarrama, Pozuelo de Alarcón, Navacerrada, Torrelaguna, Chinchón o San Agustín de Guadalix. ¿Considera que las siguientes actuaciones serían efectivas para mejorar y optimizar el aprovechamiento de este residuo en la CAM? (1= Nada efectiva, 2= Poco efectiva, 3 = Moderadamente efectiva; 4= Bastante efectiva; 5 = Muy efectiva)

	Marque
. Campañas de difusión e información en comunidades de vecinos sobre los riesgos del vertido y la importancia del reciclaje	
. Campañas de recogida domiciliaria del residuo para impulsar su reciclaje	
. Habilitación de contenedores urbanos en el municipio de Madrid	
. Coordinación de las empresas gestoras existentes en la CAM para aprovechar la recuperación del residuo para la elaboración local de biocarburantes	
. Sesiones informativas en colegios, instituciones sociales, centros turísticos, centros comerciales, etc. para fomentar el reciclaje de aceite	
. Distintivo informativo en el etiquetado del producto respecto a su reciclado	

⁹⁹ El aprovechamiento energético de los vertederos no es un ámbito nuevo en la CAM, ya que genera más de 97,7 millones de kilovatios/hora de energía al año mediante la valorización energética de los residuos orgánicos llevado a cabo en las plantas de tratamiento de desechos y en los vertederos, así como con la instalación de paneles solares fotovoltaicos en las azoteas de estos centros.

7. La PTEB prevé un cambio de paradigma que permita pasar del concepto de instalación individual productora a uno más integrado de biorrefinería, donde los biocarburantes sean uno de los productos obtenidos a partir de biomasa, residual o no. La CAM dispone de un elevado potencial de biomasa, además de espacios estratégicamente situados en la región para dar un paso más allá de la fábrica de biocarburantes y aprovechar todos los materiales biomásicos posibles para la fabricación de bioproductos, consiguiendo establecer redes sinérgicas en diversos sectores interesados en la fabricación y uso de biocarburantes (agroganadero, forestal, residuos, I+D+i, operadores de hidrocarburos, sector transporte de carga, sector transporte urbano e interurbano, sector doméstico e institucional, e incluso organizaciones conservacionistas) ¿Cree ud que sería de interés proponer un proyecto de implantación de biorrefinería en la CAM?

1	2	3	4	5	NS/NC

Sin interés

Mucho interés

8. La línea 3 de las propuestas del PER 2011-2020 relativas a ayuda pública a la inversión en proyectos y actuaciones, denominada Programa de ayudas públicas a proyectos de innovación y demostración para aplicaciones térmicas, eléctricas, biocarburantes y combustibles renovables, tiene una dotación acumulada en el periodo de 313,3 millones €; además, la inversión y apoyo previsto al sector biocarburantes es de 775 millones de euros hasta 2020. El Plan Energético de la CAM destina al fomento de combustibles alternativos una ayuda pública que asciende a 4 millones de €, para un total de energía sustituida de 250 ktep, en el periodo 2004-2012. Puesto que no se ha alcanzado el objetivo, ¿cree que sería necesario habilitar nuevas partidas presupuestarias para impulsar el sector como avance de un nuevo Plan Energético que contemple su desarrollo?

1	2	3	4	5	NS/NC

Innecesario

Muy necesario

TABLA 37

PRESENTACIÓN DEL CUESTIONARIO PARA RECOGIDA DE RESPUESTAS

SPSS VAR		1	2	3	4	5	NS/NC
I. GENERALES							
augenren	1	Importancia de aumentar generación de EERR en la CAM					
audivmix	2	Debería aumentar la diversificación mix energía transporte CAM?					
imaltdie	3	Deberían impulsarse alternativas al diesel en el transporte CAM?					
aelectrans	4	Habría que aumentar el uso de electricidad en el transporte en la CAM?					
augntrans	5	Hay que aumentar gas natural en el transporte en la CAM?					
impbios	6	Importancia de participación de biocarburantes en la CAM					
	7	El uso de biocarburantes en la CAM se justifica por:					
cumregu		Cumplimiento regulación europea y nacional					
necdiven		Necesidad de diversificación energética					
necredemis		Necesidad de reducir emisiones CO2					
estid		Estímulo a I+D sector					
reacbios		Reactivación industria sector biocarburantes en la CAM					
	8	Gráfico					
aumbioet	9	Debería aumentar el uso de bioetanol en la CAM?					

II. ÁMBITO POLÍTICO							
objetnosub	1	Se podrían alcanzar los objetivos europeo y nacional de EERR sin subvenciones?					
necestregren	2	Necesidad de estabilizar marco regulatorio EERR en España					
necoopol	3	Necesidad de coordinar política autonómica y municipal EERR en la CAM					
apobiodi	4	Insuficiente apoyo a producción biodiesel España en asignación 2014-2015?					
mejpolbios	5	Debería mejorar la política de incentivos a biocarburantes la CAM					
relpolbios	6	Gráfico: posible relación entre partidos políticos en el gobierno y política biocarburantes?					
	7	Impacto de medidas en paralización producción y consumo biocarburantes CAM:					
reduobbios		Reducción objetivos obligatorios biocarburantes					
reduconpet		Reducción consumo productos petrolíferos transporte					
actuprog		Escasa y lenta actualización planes y programas					
mejaetecno		Mejorar atención especializada a cada tecnología					
imusobios		Escaso impulso y difusión uso biocarburantes en la CAM					
mejestad		Mejorable disponibilidad estadística sobre datos del sector					
medestecn		Posible aplicación medidas estímulo aplicadas a otras tecnologías transporte CAM					
nocaminfobios		Ausencia campañas informativas biocarburantes entre usuarios					
escinvers		Escasa inversión en el sector					
escafisffv		Escasas ayudas fiscales a compra vehículos combustible flexible (FFV)					
estflocou		Estímulo mejorable del uso en flotas cautivas (transporte ministerios, ...)					
esttaxbus		Falta de estímulo consumo en taxis, autobuses interurbanos, etc					
elabedacam		Elaboración de Estrategia de Desarrollo Agroenergético en la CAM					
noinformezbios		No obligación informar sobre uso mezcla garantizada biocarburantes					
noesmezbios		No obligación estaciones servicio ofrecer mezclas etiquetadas biocarburantes					
imbiospa20	8	Habría sido necesario incluir impulso a biocarburantes en el Plan Azul 2013-2020 CAM?					
	9	Valoración de alternativas para impulsar uso biocarburantes en la CAM:					
actuypenren		Publicación actualizada uso y producción EERR en la CAM, incluyendo biocarburantes					
habesptecn		Habilitación en web FENERCOM de espacios específicos para cada tecnología					
difinfobios		Difusión informativa situación del sector biocarburantes en la CAM					

V. AMBITO TECNOLÓGICO									
	Valore las siguientes medidas para alcanzar los objetivos de la Plataforma Europea								
	1 Biocarburantes, y Plan Plat. Española Biomasa 2015:								
mejgenculbios	Mejora genética cultivos biocarburantes								
busnuculbios	Búsqueda nuevos cultivos								
utimatpri	Utilización de otras materias primas (residuos agrícolas, forestales,)								
utirsu	Utilización RSU								
utiacvegrec	Utilización aceites vegetales reciclados								
utial	Utilización de algas								
	2 Valorar catálogo de actuaciones PER 2011-2020 para impulsar sector biocarburantes en la CAM:								
incexagprodren	Definir e incentivar Explotación Agraria Productora de EERR								
elabprdesagroen	Elaborar Plan Regional de Desarrollo Agroenergético								
desesptecbios	Desarrollar especificaciones técnicas mezclas etiquetadas biocarburantes (B30, E85)								
modregimesp	Modificar Reglamento impuestos especiales incluyendo establecimientos autorizados mezclas biocarburantes								
disistconcalbios	Diseñar sistema control calidad AENOR en producción biocarburantes								(ya existe)
estimcombiosue	Estudiar impacto comercio biocarburantes en mercados europeos								
unifprodbios	Unificar listados productos considerados biocarburantes								
obfabinfomez	Establecer obligación fabricantes de vehículos para informar sobre grado aconsejado mezcla biocarburantes								
obcometibios	Establecer obligación progresiva comercialización mezclas etiquetadas biocarburantes								
plieconcarconbios	Establecer pliego condiciones concesión líneas transporte carretera con consumo mínimo biocarburantes								
improgdtectbios	Impulsar programa desarrollo tecnológico que incluya cadena valor biocarburantes								
adaappvehibios	Adquisición por AAPP de vehículos que garanticen uso mezclas etiquetadas biocarburantes								
elabprogbiotsdn	Elaborar programa actuación para aumentar biocarburantes consumo energético Defensa Nacional								
contempgrasres	Intensificar control empresas generadoras grasas residuales								
datemiscult	Obtención datos emisiones cultivos más representativos CAM								
emisco2cult	Estimación flujos CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O en parcelas cultivo								
difuinibios	3 Sería importante aumentar visibilidad y difusión iniciativas CAM relativos a biocarburantes?								
improdculener	4 Debería impulsarse la producción de cultivos energéticos en los terrenos de barbecho de la CAM?								
impaprorsu	5 Debería impulsarse el aprovechamiento de RSU en la CAM?								
	6 Como valora las siguientes actuaciones para mejorar el aprovechamiento de aceite vegetal usado en la CAM?								
difurivesvertavu	Campañas de difusión e información sobre riesgos de vertido								
recodomavu	Campañas de recogida domiciliaria								
habcontavu	Habilitación de contenedores en el municipio de Madrid								
implocbios	Coordinación de empresas gestoras para impulsar la elaboración local de biocarburantes								
fomreciavu	Sesiones informativas en instituciones sociales y educativas para fomentar reciclaje de aceite								
infoetiavu	Distintivo informativo en el etiquetado del producto sobre reciclado								
proybioref	7 Sería posible proyecto de biorrefinería en la CAM?								
finanbiospecam	8 Deberían habilitarse nuevas partidas presupuestarias para alcanzar objetivo biocarburantes Plan energético CAM?								

Fuente: elaboración propia a partir de respuestas al cuestionario.

TABLA 38

TABLAS SINTÉTICAS DE RESPUESTAS

VALORES DE FRECUENCIAS

	1	2	3	4	5	NS/NC
I. GENERALES						
1 Importancia de aumentar generación de EERR en la CAM			12,5	37,5	50,0	
2 Debería aumentar la diversificación mix energía transporte CAM?			6,3	31,3	62,5	
3 Deberían impulsarse alternativas al diesel en el transporte CAM?			12,5	37,5	50,0	
4 Habría que aumentar el uso de electricidad en el transporte en la CAM?			12,5	25,0	56,3	6,3
5 Hay que aumentar gas natural en el transporte en la CAM?	6,3	18,8	18,8	25,0	25,0	6,3
6 Importancia de participación de biocarburantes en la CAM		18,8	43,8	18,8	18,8	
Cumplimiento regulación europea y nacional	12,5		56,3	6,3	25,0	
Necesidad de diversificación energética	6,3	43,8	25,0	12,5	12,5	
Necesidad de reducir emisiones CO2	18,8	12,5	25,0	6,3	31,3	6,3
Estímulo a I+D sector	12,5	18,8	43,8	6,3	18,8	
Reactivación industria sector biocarburantes en la CAM	12,5	18,8	43,8	12,5	12,5	
9 Debería aumentar el uso de bioetanol en la CAM?	25,0	18,8	25,0	6,3	12,5	12,5
II. ÁMBITO POLÍTICO						
1 Se podrían alcanzar los objetivos europeo y nacional de EERR sin subvenciones?	6,3	18,8	12,5	6,3	37,5	18,8
2 Necesidad de estabilizar marco regulatorio EERR en España			6,3	12,5	62,5	18,8
3 Necesidad de coordinar política autonómica y municipal EERR en la CAM				12,5	75,0	12,5
4 Insuficiente apoyo a producción biodiesel España en asignación 2013?			18,8	18,8	31,3	31,3
5 Debería mejorar la política de incentivos a biocarburantes la CAM?		6,3	25,0	18,8	6,3	43,8
6 Gráfico: posible relación entre partidos políticos en el gobierno y política biocarburantes?		25,0	6,3	18,8	25,0	25,0
7 Impacto de medidas en producción y consumo biocarburantes CAM:						
Reducción objetivos obligatorios biocarburantes		12,5	25,0	25,0	18,8	18,8
Reducción consumo productos petrolíferos transporte		43,8	18,8	18,8		18,8
Escasa y lenta actualización planes y programas		25,0	31,3	18,8	6,3	18,8
Mejorar atención especializada a cada tecnología		31,3	37,5	18,8		12,5
Escaso impulso y difusión uso biocarburantes en la CAM	6,3	37,5	18,8	12,5	6,3	18,8
Mejorable disponibilidad estadística sobre datos del sector	6,3	62,5	18,8			12,5
Posible aplicación medidas estímulo aplicadas a otras tecnologías transporte CAM		37,5	31,3	12,5	6,3	12,5
Ausencia campañas informativas biocarburantes entre usuarios	6,3	18,8	43,8	6,3	12,5	12,5
Escasa inversión en el sector	6,3	6,3	25,0	37,5	6,3	18,8
Escasas ayudas fiscales a compra vehículos combustible flexible (FFV)	6,3	18,8	25,0	31,3	6,3	12,5
Estímulo mejorable del uso en flotas cautivas (transporte ministerios, ...)		25,0	31,3	12,5	18,8	12,5
Falta de estímulo consumo en taxis, autobuses interurbanos, etc		12,5	43,8	12,5	18,8	12,5
Elaboración de Estrategia de Desarrollo Agroenergético en la CAM	6,3	6,3	50,0	12,5	6,3	18,8
No obligación informar sobre uso mezcla garantizada biocarburantes	6,3	6,3	12,5	43,8	18,8	12,5
No obligación estaciones servicio ofrecer mezclas etiquetadas biocarburantes	6,3	6,3	31,3	18,8	25,0	12,5
8 Habría sido necesario incluir impulso a biocarburantes en el Plan Azul 2013-2020 CAM?	12,5	31,3	6,3	12,5	18,8	18,8
Publicación actualizada uso y producción EERR en la CAM, incluyendo biocarburantes		25,0	31,3	25,0	6,3	12,5
Habilitación en FENERCOM de espacios habilitados para cada tecnología		31,3	31,3	18,8	6,3	12,5
Difusión informativa situación del sector biocarburantes en la CAM		6,3	25,0	31,3	12,5	25,0
III. ÁMBITO ECONÓMICO						
1 Peso de algunos factores sobre el precio de los alimentos:						
Déficit de producción mundial de cereales		18,8	25,0	31,3	12,5	12,5
Liberalización y desregulación de mercados mundiales cereales		12,5	12,5	18,8	37,5	18,8
Cierre o restricción exportaciones países excedentarios (especulación)		18,8	50,0	18,8		12,5
Aumento precio petróleo			25,0	25,0	37,5	12,5
Especulación financiera		6,3		50,0	25,0	18,8
Depreciación del dólar	6,3	31,3	31,3			31,3
2 Como afectará la eliminación temporal de ayudas a las EERR?						
Beneficio de consumidores al reducir déficit tarifa eléctrica	31,3	18,8	18,8	12,5		18,8
Detrimento generación EERR		6,3	12,5	12,5	50,0	18,8
Beneficio grandes empresas		6,3	6,3	25,0	43,8	18,8
Retraso cumplimiento objetivos Europa 2020 (20% EERR)		18,8	12,5	12,5	37,5	18,8
Provocando penalizaciones por incumplimiento normativa		6,3	18,8	37,5	18,8	18,8
Reduciendo las inversiones a partir de 2020		18,8	12,5	25,0	31,3	12,5
3 Deberían reducirse también los incentivos a la producción de energía convencional?		12,5	12,5	18,8	31,3	25,0
4 Debería mejorarse la política de estímulo biocarburantes para aproximar consumo a capacidad instalada?	12,5	25,0	12,5	6,3	18,8	25,0
Es una medida recaudatoria que no pretende castigar al sector	12,5	18,8	37,5	18,8		12,5
Supondrá disuadir el uso de biocarburantes	6,3	12,5	18,8	25,0	25,0	12,5
Incide en la subida de precios de los combustibles convencionales	6,3	31,3	43,8	6,3	6,3	6,3
Los sectores de transporte se han visto perjudicados	6,3	31,3	25,0	31,3	6,3	
Debería restablecerse la exención para determinadas mezclas (B30, B100, E85)	12,5		31,3	31,3	18,8	6,3
Podría haberse aplicado un tipo inferior, no necesariamente igual al de combustibles convencionales	6,3		37,5	31,3	25,0	
6 Debería mejorar la información a los consumidores potenciales de biocarburantes?			12,5	25,0	43,8	18,8
7 Debería mantenerse la cuota de autobuses EMT biocarburantes instalando catalizador de partículas?	12,5	18,8	25,0	6,3	25,0	12,5
8 El Plan PIAM establece ayudas a tecnologías taxis excluyendo biocarburantes. Debe explicar el cambio de criterio?			12,5	31,3	25,0	31,3
GNC o GLC, se promocionan combustibles fósiles. Debería moderarse este apoyo		18,8	18,8	31,3	25,0	6,3
Vehículos eléctricos, no hay garantía de procedencia limpia de electricidad. Debería exigirse			43,8	31,3	25,0	
Deberían incluirse los biocarburantes en las ayudas a combustibles alternativos	12,5	25,0	31,3	12,5	18,8	

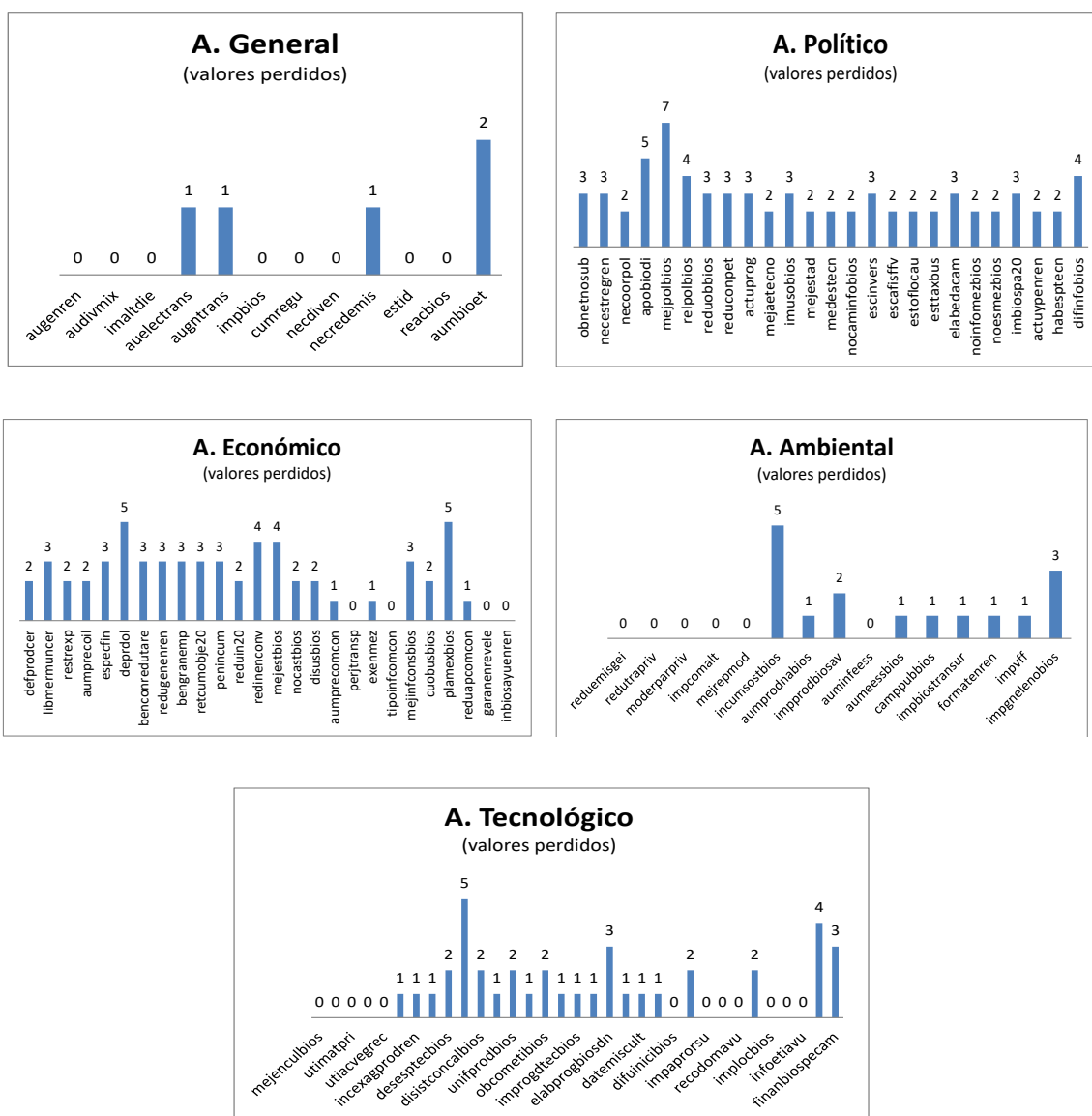
IV. AMBITO MEDIOAMBIENTAL						
1	Deberían reducirse las emisiones GEI en la CAM?				31,3	68,8
2	Que medidas serán más efectivas:					
	Reducir el tráfico de vehículos privados	6,3	6,3	18,8	18,8	50,0
	Modernizar el parque de vehículos privados (Planes PIVE)		25,0	31,3	18,8	25,0
	Impulsar uso de combustibles alternativos			18,8	43,8	37,5
	Mejorar reparto modal de transporte. Bajar precios transporte público		12,5	6,3	37,5	43,8
3	El incumplimiento de criterios sostenibilidad en biocarburantes favorece la competitividad del sector?	6,3	25,0	18,8	12,5	6,3
	Debido al posible efecto de los biocarburantes importados sobre las emisiones GEI ¿considera importante			12,5	50,0	31,3
4	aumentar la producción nacional? (el consumo de materias primas nacionales?)					6,3
5	Sería importante impulsar la producción de biocarburantes avanzados en la CAM?			18,8	31,3	37,5
	Aumentar información disponible en estaciones de servicio	6,3	31,3	31,3	18,8	12,5
	Aumentar número de estaciones de servicio que distribuyan este producto		12,5	6,3	50,0	6,3
	Campañas publicitarias uso biocarburantes		18,8	31,3	31,3	12,5
	Incentivar utilización en transporte carretera urbano e interurbano, vehículos agrícolas		6,3	37,5	31,3	18,8
	Ofrecer cursos formativos sobre renovables en la CAM, incluidos los biocarburantes	6,3	25,0	37,5	18,8	6,3
	Incentivar venta vehículos flexi-fuel		12,5	43,8	18,8	18,8
7	Considera ud. Justificado utilizar gas natural o electricidad en detrimento de los biocarburantes?	18,8	6,3	25,0	18,8	12,5
V. AMBITO TECNOLÓGICO						
	Valore medidas para alcanzar los objetivos de la Plataforma Europea Biocarburantes, y Plan Plat.					
1	Española Biomasa 2015:					
	Mejora genética cultivos biocarburantes	25,0		43,8	31,3	
	Búsqueda nuevos cultivos	6,3	6,3	37,5	43,8	6,3
	Utilización de otras materias primas (residuos agrícolas, forestales,)	6,3		31,3	31,3	31,3
	Utilización RSU	6,3	12,5	18,8	25,0	37,5
	Utilización aceites vegetales reciclados			18,8	25,0	56,3
	Utilización de algas		31,3	12,5	25,0	25,0
2	Valorar catálogo de actuaciones PER 2011-2020 para impulsar sector biocarburantes en la CAM:					
	Definir e incentivar Explotación Agraria Productora de EERR		6,3	31,3	37,5	18,8
	Elaborar Plan Regional de Desarrollo Agroenergético		12,5	37,5	31,3	12,5
	Desarrollar especificaciones técnicas mezclas etiquetadas biocarburantes (B30, E85)		12,5	37,5	18,8	18,8
	Modificar Reglamento impuestos especiales incluyendo establecimientos autorizados mezclas biocarburantes		12,5	12,5	25,0	18,8
	Diseñar sistema control calidad AENOR en producción biocarburantes		18,8	12,5	37,5	18,8
	Estudiar impacto comercio biocarburantes en mercados europeos		43,8	31,3	12,5	6,3
	Unificar listados productos considerados biocarburantes		18,8	50,0	12,5	6,3
	Establecer obligación fabricantes de vehículos para informar sobre grado aconsejado mezcla biocarburantes		18,8	31,3	25,0	18,8
	Establecer obligación progresiva comercialización mezclas etiquetadas biocarburantes	6,3	6,3	43,8	6,3	25,0
	Establecer pliego condiciones concesión líneas transporte carretera con consumo mínimo biocarburantes		6,3	56,3	12,5	18,8
	Impulsar programa desarrollo tecnológico que incluya cadena valor biocarburantes		6,3	62,5	12,5	12,5
	Adquisición por AAPP de vehículos que garanticen uso mezclas etiquetadas biocarburantes		6,3	43,8	25,0	18,8
	Elaborar programa actuación para aumentar biocarburantes consumo energético Defensa Nacional			50,0	12,5	18,8
	Intensificar control empresas generadoras grasas residuales			50,0	31,3	12,5
	Obtención datos emisiones cultivos más representativos CAM		25,0	25,0	25,0	18,8
	Estimación flujos CO2, CH4 y N2O en parcelas cultivo		18,8	25,0	25,0	25,0
3	Sería importante aumentar visibilidad y difusión iniciativas CAM relativas a biocarburantes?	6,3		12,5	62,5	18,8
4	Debería impulsarse la producción de cultivos energéticos en los terrenos de barbecho de la CAM?	12,5	12,5	6,3	25,0	31,3
5	Debería impulsarse el aprovechamiento de RSU en la CAM?	12,5		6,3	18,8	62,5
	Campañas de difusión e información sobre riesgos de vertido			31,3	56,3	12,5
	Campañas de recogida domiciliaria			18,8	50,0	31,3
	Habilitación de contenedores en el municipio de Madrid		12,5	12,5	31,3	31,3
	Coordinación de empresas gestoras para impulsar la elaboración local de biocarburantes			25,0	43,8	31,3
	Sesiones informativas en instituciones sociales y educativas para fomentar reciclaje de aceite			37,5	37,5	25,0
	Distintivo informativo en el etiquetado del producto sobre reciclado		25,0	31,3	18,8	25,0
7	Sería posible proyecto de biorrefinería en la CAM?	6,3		12,5	31,3	25,0
8	Deberían habilitarse nuevas partidas presupuestarias para alcanzar objetivo biocarburantes Plan energético	6,3	6,3	31,3	18,8	18,8

Fuente: elaboración propia a partir de respuestas al cuestionario.

ANÁLISIS GRÁFICO DEL CUESTIONARIO SEGÚN ÁMBITOS Y SECTORES

GRÁFICO 68

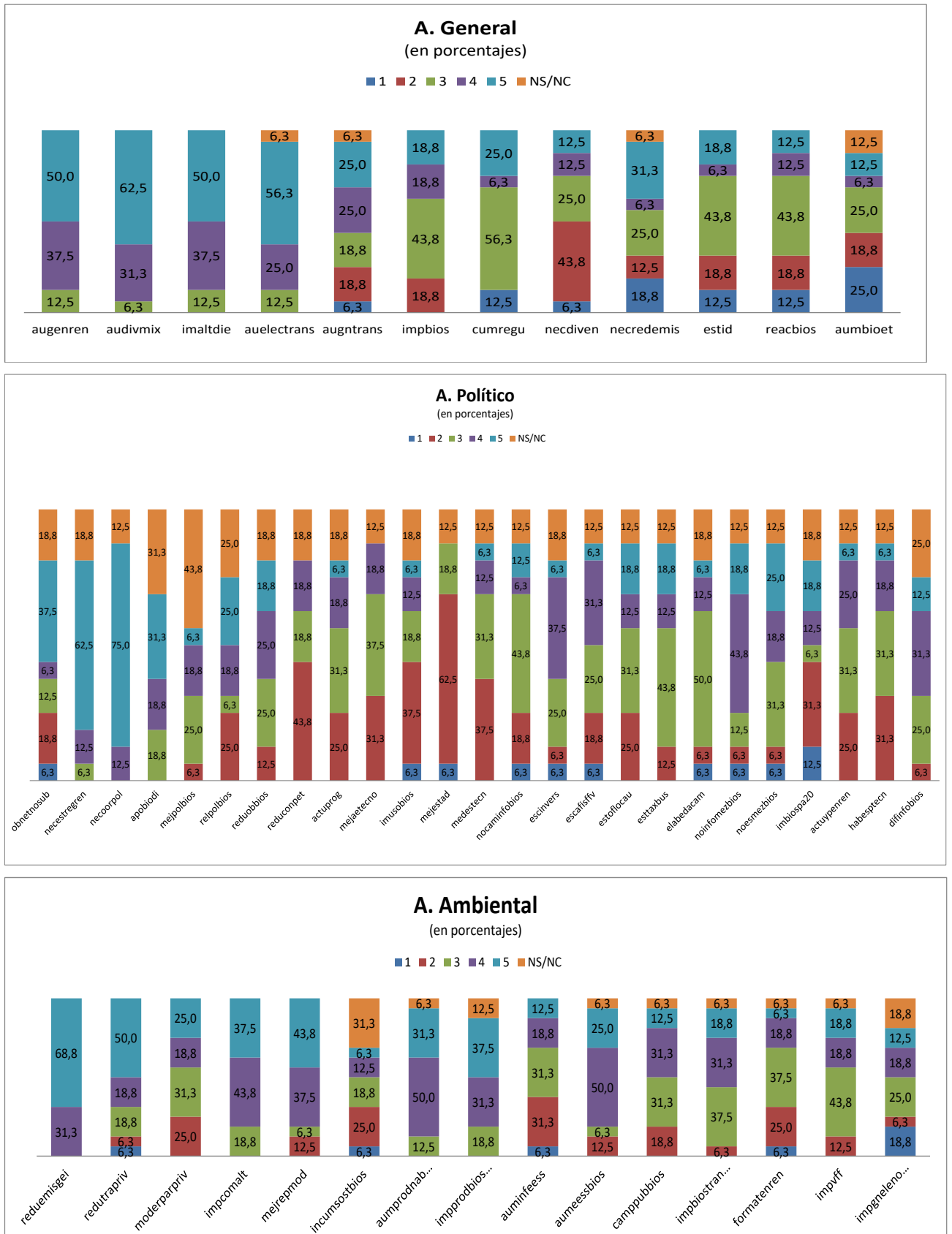
VALORES PERDIDOS POR ÁMBITO (número)

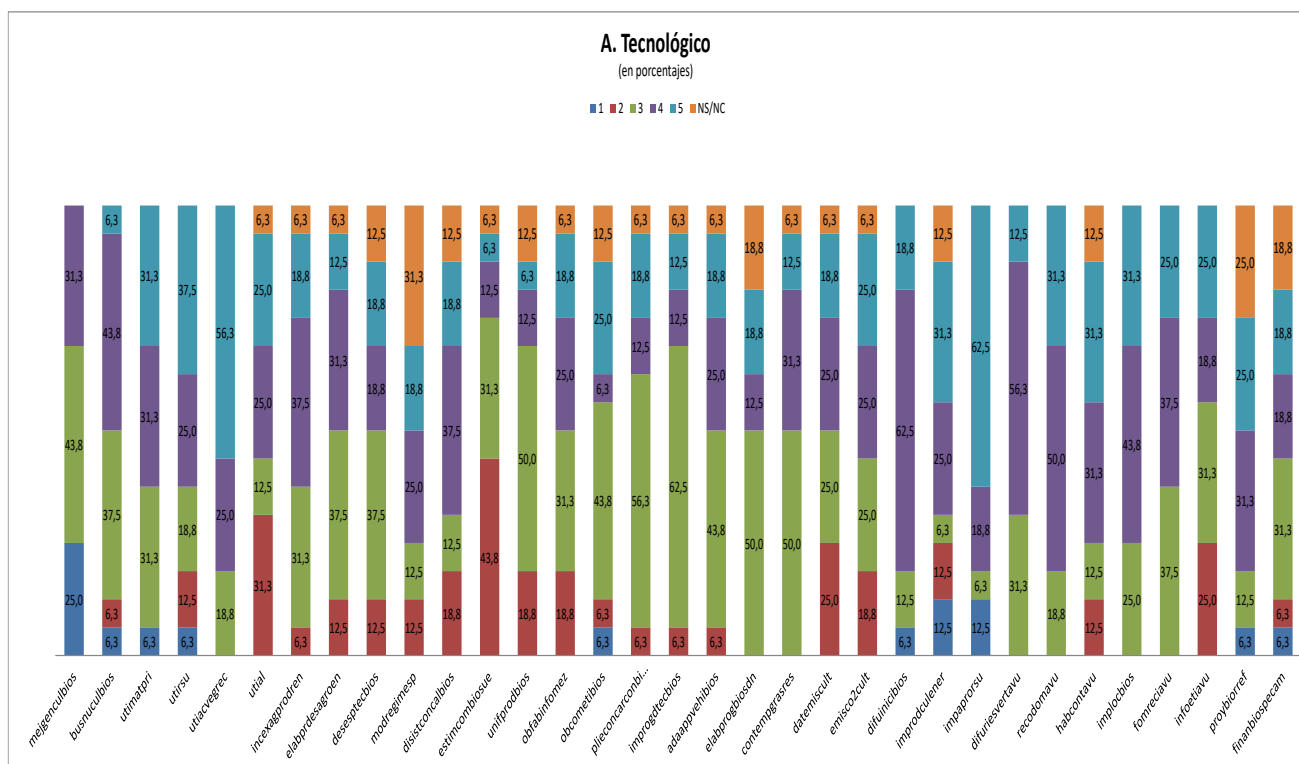
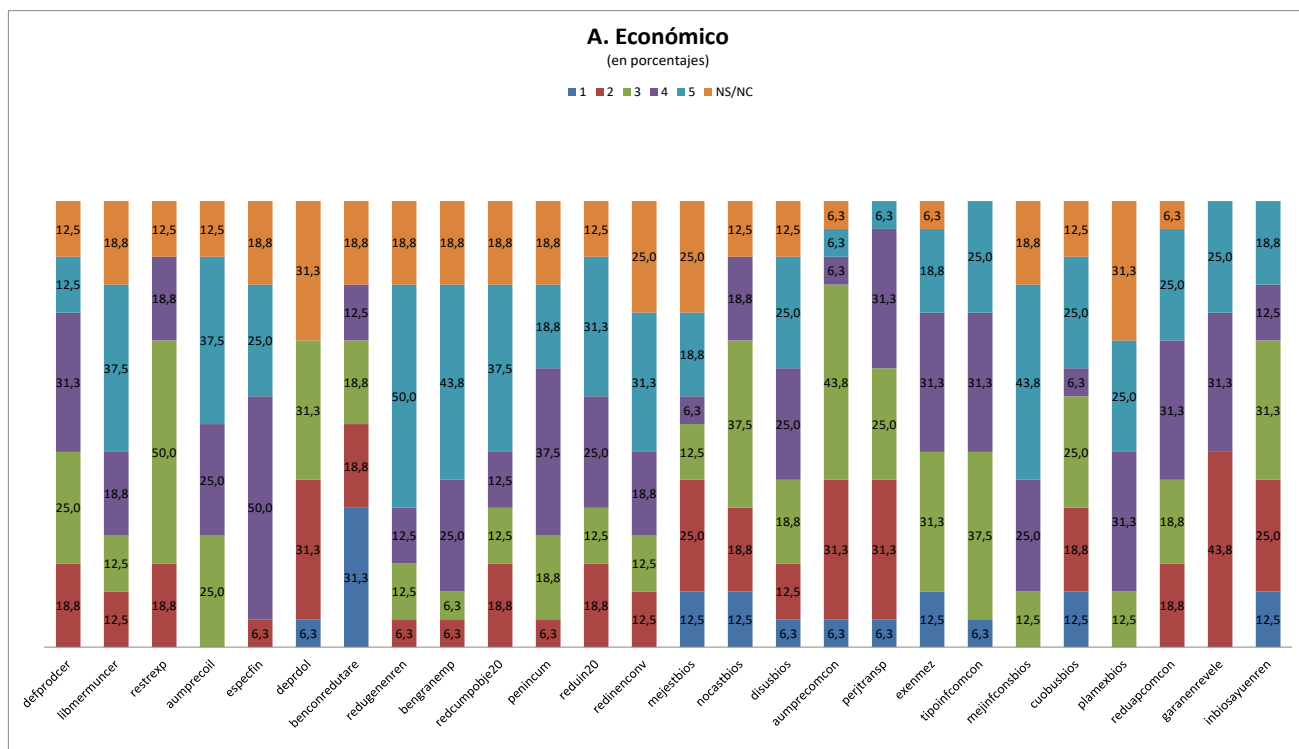


Nota: para identificar las preguntas correspondientes a cada etiqueta ver Anexo 6-5.

Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO 69
FRECUENCIAS DE RESPUESTAS POR ÁMBITOS
(según Escala Likert)



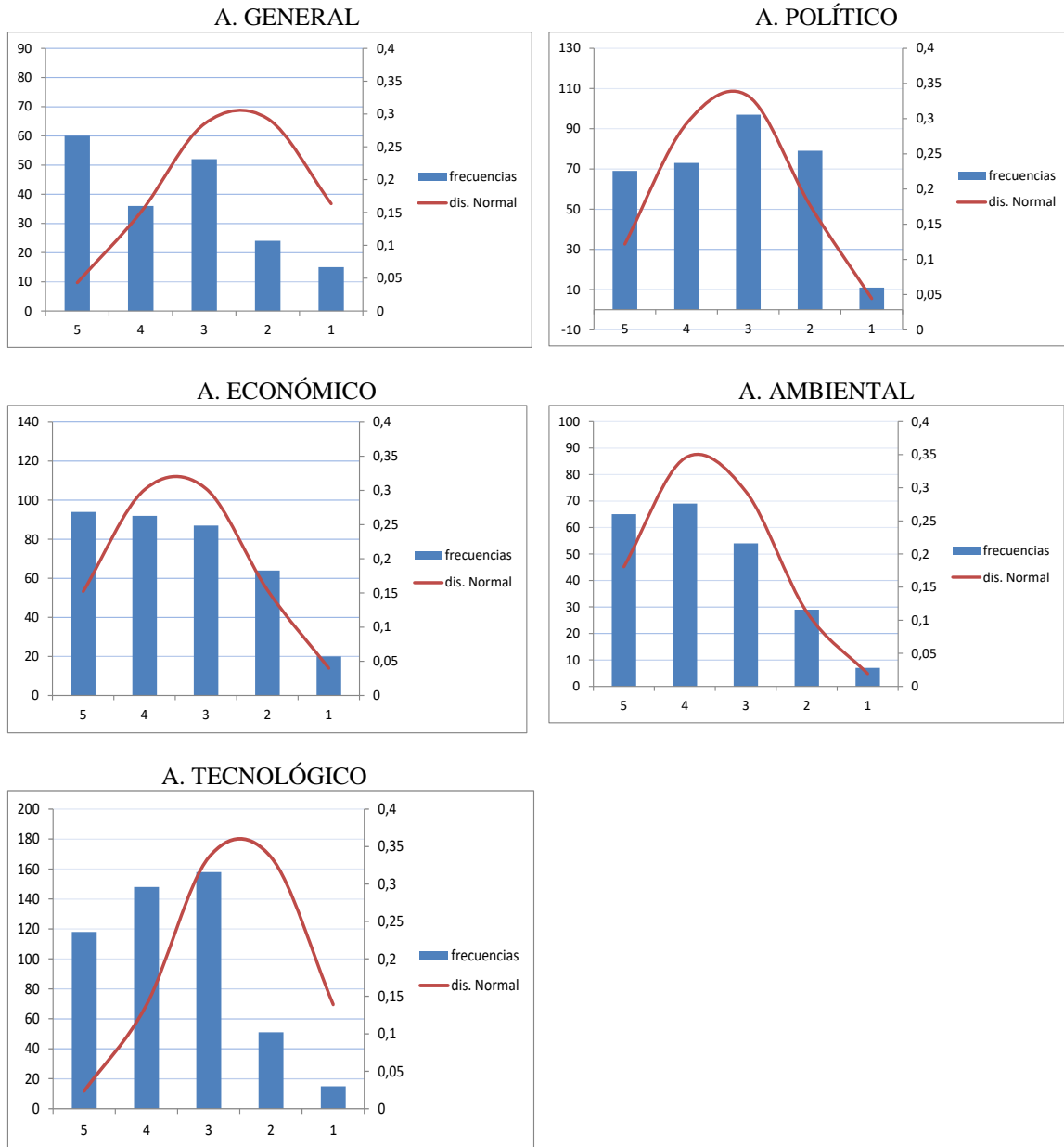


Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO 70

HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS Y CURVAS DE NORMALIDAD POR ÁMBITO

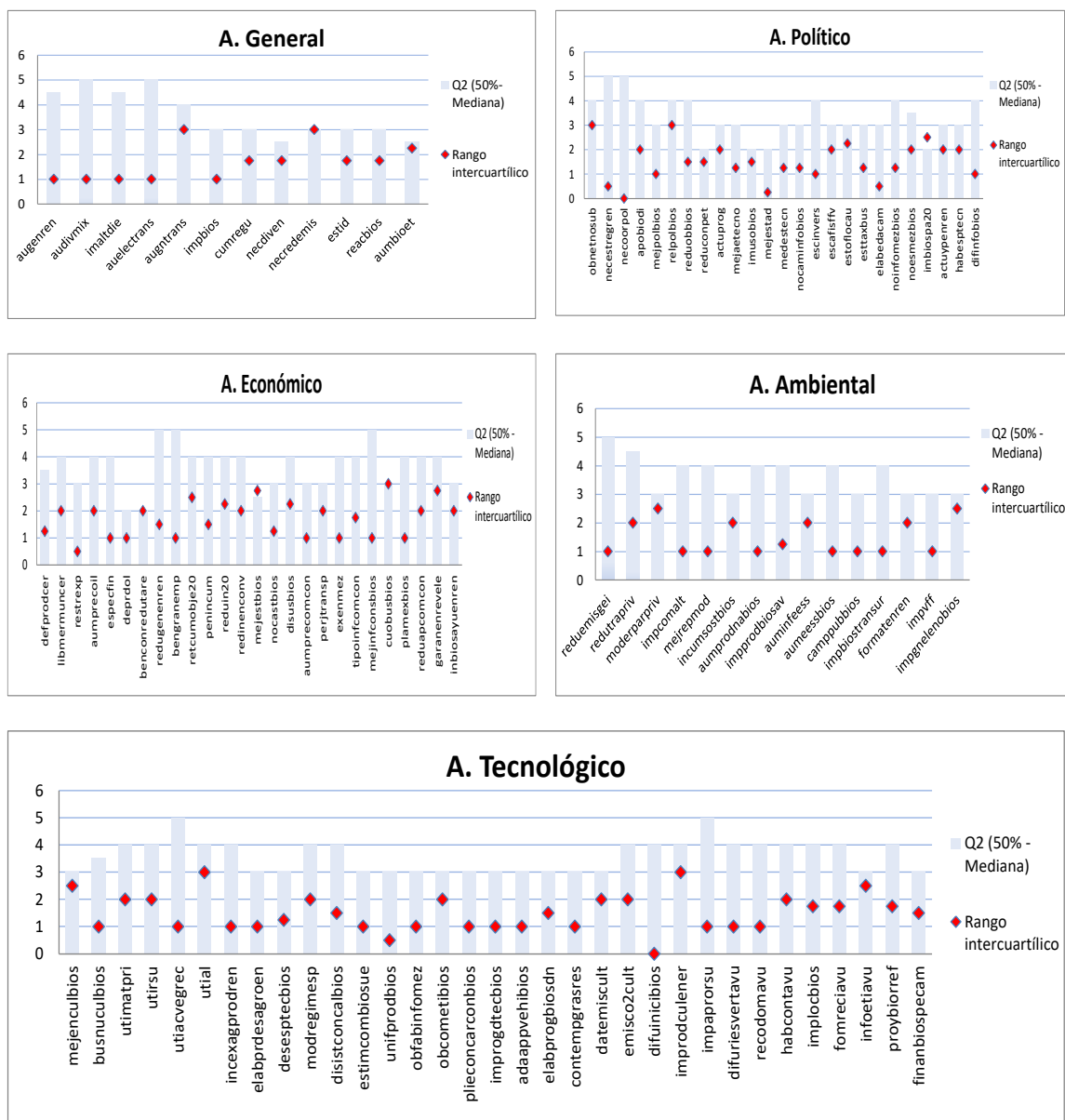
(porcentajes)



Fuente: elaboración propia.

MEDIANAS Y RANGO INTERCUARTÍLICO POR ÁMBITO

(valores)



Mediana: valor que ocupa el lugar central de los datos (Q2=50%)

Rango intercuartílico: diferencia entre el tercer cuartil (Q3= 75%) y el primer cuartil (Q1=25%). A mayor rango o distancia intercuartílica mayor dispersión de los datos.

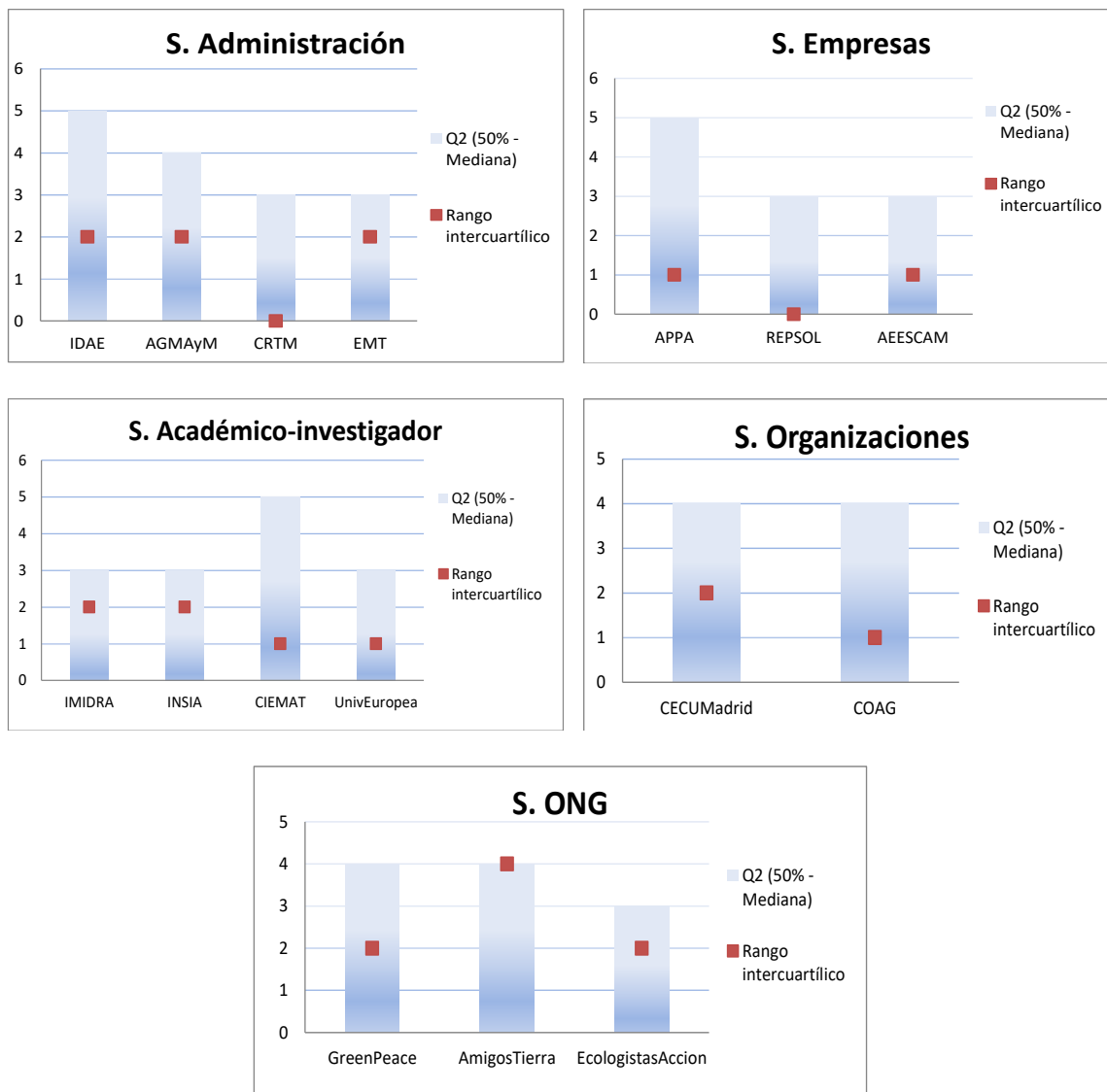
Nota: para identificar las preguntas correspondientes a cada etiqueta ver Anexo 6-5.

Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO 72

MEDIANA Y RANGO INTERCUARTÍLICO POR SECTORES

(valores)



Mediana: valor que ocupa el lugar central de los datos ($Q2=50\%$)

Rango intercuartílico: diferencia entre el tercer cuartil ($Q3=75\%$) y el primer cuartil ($Q1=25\%$). A mayor rango o distancia intercuartílica mayor dispersión de los datos.

Fuente: elaboración propia.

TABLA 39
 ANÁLISIS DE DISPERSIÓN POR ÁMBITO
 (valores)

		AMBITO GENERAL											
		augenren	audvmix	imaldie	auelectrans	augntrans	impbios	cumregu	neodvren	necredemis	estlid	reacbios	aumbioet
N	Válidos	16	16	16	15	15	16	16	16	15	16	16	14
	Perdidos	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	2
Media		4,3750	4,5625	4,3750	4,4667	3,4667	3,3750	3,3125	2,8125	3,2000	3,0000	2,9375	2,5714
Mediana		4,5000	5,0000	4,5000	5,0000	4,0000	3,0000	3,0000	2,5000	3,0000	3,0000	3,0000	2,5000
Desv. tip.		,71880	,62915	,71880	,74322	1,30201	1,02470	1,25000	1,16726	1,56753	1,26491	1,18145	1,39859
Percentiles	25	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	2,0000	3,0000	3,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	1,0000
	50	4,5000	5,0000	4,5000	5,0000	4,0000	3,0000	3,0000	2,5000	3,0000	3,0000	3,0000	2,5000
	75	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	4,0000	4,7500	3,7500	5,0000	3,7500	3,7500	3,2500
Dist. Intercuartila		1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000	1,7500	1,7500	3,0000	1,7500	1,7500	2,2500
N total =		12											
% Consenso (DI< 40%)		75											

		AMBITO POLITICO																								
		obnetrosob	necesitegren	apobiodi	mejogobios	relopobios	reduobios	reduocupet	actuprog	mejeteleono	inusbios	mejestad	medeslecon	nocamimibios	escomers	escalfitv	estofocau	estabios	elabedacam	noimfomediobios	noesmeabios	imbiospa20	actugenen	habespien	ofinobios	
N	Válidos	13	13	11	9	12	13	13	13	14	13	14	14	14	13	14	14	14	14	13	14	14	13	14	14	12
	Perdidos	3	3	5	7	4	3	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	4	
Media		3,6154	4,6923	4,1818	3,4444	3,5833	3,6154	2,6923	3,0769	2,8571	2,6923	2,1429	2,8571	3,0000	3,3846	3,1429	3,2857	3,4286	3,0769	3,7143	3,5714	2,9231	3,1429	3,0000	3,6667	
Mediana		4,0000	5,0000	4,0000	3,0000	4,0000	4,0000	2,0000	3,0000	3,0000	2,0000	2,0000	3,0000	3,0000	4,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	4,0000	3,5000	2,0000	3,0000	3,0000	4,0000	
Desv. tip.		1,50214	,63043	,87386	,88192	1,31137	1,04391	,85485	,95407	,77033	1,10940	,53452	,94928	1,10940	1,04391	1,08945	1,13873	1,01635	,95407	1,13873	1,22250	1,49786	,94928	,96077	,88763	
Percentiles	25	2,0000	4,5000	3,0000	3,0000	2,0000	3,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	3,0000	3,0000	2,0000	2,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	2,0000	2,0000	2,0000	3,0000	
	50	4,0000	5,0000	4,0000	3,0000	4,0000	4,0000	2,0000	3,0000	3,0000	2,0000	2,0000	3,0000	3,0000	4,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	4,2500	5,0000	2,0000	3,0000	3,0000	4,0000	
	75	5,0000	5,0000	5,0000	4,0000	5,0000	4,5000	3,5000	4,0000	3,2500	3,5000	2,2500	3,2500	3,2500	4,0000	4,0000	4,2500	4,2500	3,5000	4,2500	5,0000	4,5000	4,0000	4,0000	4,0000	
Dist. Intercuartila		3,0000	0,5000	2,0000	1,0000	3,0000	1,5000	1,5000	2,0000	1,2500	1,5000	0,2500	1,2500	1,2500	1,0000	2,0000	2,2500	1,2500	0,5000	1,2500	2,0000	2,5000	2,0000	2,0000	1,0000	
N total =		24																								
% Consenso (DI< 40%)		58																								
% Consenso total (DI< 20%)		17																								

		AMBITO ECONOMICO																											
		deiprodor	comermunera	aumprecio	espedin	deiprod	benconredut	redugenen	bengranemp	recomobje	penicun	redun20	redimencon	mejebios	nocasbios	disusbios	aumprecom	pejtransp	exenmez	iponitcom	mejintonsb	os	aubusbios	plameabios	redupcom	garanenvel	ribosayuen		
N	Válidos	14	13	14	13	11	13	13	13	13	13	14	12	12	12	14	14	15	16	15	16	13	14	11	15	16	16		
	Perdidos	2	3	2	3	5	3	3	3	3	3	2	4	4	4	2	2	1	0	1	0	3	2	5	1	0	0		
Media		3,4286	4,0000	4,1429	4,1538	2,3636	2,1538	4,3077	4,3077	3,8462	3,8462	3,7657	3,9167	2,9167	2,7143	3,5714	2,7333	3,0000	3,4667	3,6875	4,3846	3,1429	4,1818	3,6667	3,3750	3,0000			
Mediana		3,5000	4,0000	4,0000	4,0000	2,0000	2,0000	5,0000	5,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	2,5000	3,0000	4,0000	3,0000	3,0000	4,0000	4,0000	5,0000	3,0000	4,0000	4,0000	4,0000	3,0000			
Desv. tip.		1,01635	1,15470	,86444	,80064	,87420	1,14354	1,03155	,94733	1,28103	,89872	1,18331	1,16450	1,50504	,99449	1,28388	,98115	1,09545	1,24595	1,07819	,76795	1,46006	,75076	1,11270	1,31022	1,31658			
Percentiles	25	2,7500	3,0000	3,0000	4,0000	2,0000	1,0000	3,5000	4,0000	2,5000	3,0000	2,7500	3,0000	2,0000	2,0000	2,7500	2,0000	2,0000	3,0000	3,0000	4,0000	2,0000	4,0000	3,0000	2,0000	2,0000			
	50	3,5000	4,0000	4,0000	4,0000	2,0000	2,0000	5,0000	5,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	2,5000	3,0000	4,0000	3,0000	3,0000	4,0000	5,0000	3,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	3,0000			
	75	4,0000	5,0000	5,0000	5,0000	3,0000	3,0000	5,0000	5,0000	5,0000	4,5000	5,0000	5,0000	4,7500	3,2500	5,0000	3,0000	4,0000	4,0000	4,7500	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	4,7500	4,0000			
Dist. Intercuartila		1,2500	2,0000	2,0000	1,0000	1,0000	2,0000	1,5000	1,0000	2,5000	1,5000	2,2500	2,0000	2,7500	1,2500	2,2500	1,0000	2,0000	1,0000	1,7500	1,0000	3,0000	1,0000	2,0000	2,7500	2,0000			
N total =		25																											
% Consenso (DI< 40%)		48																											
% Consenso total (DI< 20%)		4,0																											

		AMBITO AMBIENTAL													
		reduemisgel	redutrapriv	moderappriv	impcomail	mejrepmo	incumscobios	aumprobabios	improbabios	os	os	os	os	os	os
N	Válidos	16	16	16	16	16	16	11	15	14	16	15	14	16	15
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	5	1	2	0	1	1	1	1
Media		4,6875	4,0000	3,4375	4,1875	4,1250	2,8182	4,2000	4,2143	3,0000	3,9333	3,4000	3,6667	2,9333	3,4667
Mediana		5,0000	4,5000	3,0000	4,0000	4,0000	3,0000	4,0000	4,0000	3,0000	4,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000
Desv. tip.		,47871	1,26491	1,15289	,75000	1,02470	1,16775	,67612	,80178	1,15470	,96115	,89561	,89974	1,03280	,99043
Percentiles	25	4,0000	3,0000	2,2500	4,0000	4,0000	2,0000	4,0000	3,7500	2,0000	4,0000	3,0000	3,0000	2,0000	3,0000
	50	5,0000	4,5000	3,0000	4,0000	4,0000	3,0000	4,0000	4,0000	3,0000	4,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000
	75	5,0000	5,0000	4,7500	5,0000	5,0000	4,0000	5,0000	5,0000	4,0000	5,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000
Dist. Intercuartila		1,0000	2,0000	2,5000	1,0000	1,0000	2,0000	1,0000	1,0000	1,2500	2,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
N total =		15													
% Consenso (DI< 40%)		60													

		AMBITO TECNOLÓGICO																														
		mejorubios	busubios	almag	ultra	ultraegre	ultra	noaregpro	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag	eladpdesag		
N	Válidos	16	16	16	16	16	16	15	15	15	14	11	14	15	14	15	14	15	14	15	15	15	13	15	15	15	15	15	15	15	15	
	Perdidos	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	5	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	
Media		2,8125	3,3750	3,8125	3,7500	4,3750	3,4667	3,7333	3,4667	3,5000	3,7222	3,6429	2,8000	3,0714	3,4667	3,4286	3,4667	3,3333	3,6000	3,6154	3,6000	3,4000	3,6000	3,8750	3,5714	4,1875	3,8125	4,1250	3,2500	4,0625	3,8750	
Mediana		3,0000	3,5000	4,0000	4,0000	5,0000	4,0000	4,0000	3,0000	3,0000	4,0000	4,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	3,0000	4,0000	
Desv. tip.		1,16726	,95743	1,10880	1,28085	,80623	1,23635	,88372	,91548	1,01935	1,10371	1,08182	,94112	,82874	1,08910	1,22250	,91548	,91650	,91265	,86872	,73879	1,12122	1,12122	,95743	1,58457	1,37883	,85511	1,71880	1,07181	,77181	,80623	1,15289
Percentiles	25	1,5000	3,0000	3,0000	4,0000	2,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	2,7500	2,0000	2,7500	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	2,0000	3,0000	4,0000	2,0000	4,0000	3,0000	3,2500	3,0000	2,2500	3,2500	3,0000	
	50	3,0000	3,5000	4,0000	4,0000	5,0000	4,0000	4,0000	3,0000	3,0000	4,0000	4,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	3,0000	4,0000	3,0000	
	75	4,0000	4,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	4,0000	4,0000	4,2500	5,0000	4,2500	3,0000	3,2500	4,0000	5,0000	4,0000	4,0000	4,5000	4,0000	4,0000	5,0000	4,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	4,7500	4,7500	5,0000	
Dist. Intercuartila		2,5000	1,0000	2,0000	2,0000	1,0000	3,0000	1,0000	1,0000	1,2500	2,0000	1,5000	1,0000	0,5000	1,0000	2,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,5000	1,0000	2,0000	2,0000	0,0000	3,0000	1,0000	1,0000	1,0000	2,0000	1,7500	1,7500	
N total =		33																														
% Consenso (DI< 40%)		66,7																														
% Consenso total (DI< 20%)		3																														

RECUADRO 5

PREGUNTAS ELIMINADAS DEL ANÁLISIS POR NO HABER ALCANZADO CONSENSO
(Distancia intercuartílica <40%, o <2)

GENERAL	augntrans necredemis aumbioet	Hay que aumentar gas natural en el transporte en la CAM? El uso de biocarburantes en la CAM se justifica por: Necesidad de reducir emisiones CO2 Debería aumentar el uso de bioetanol en la CAM
POLÍTICO	obnetnosub apobiodi relpolbios actuprog escasifsv estoflocau noesmezbios imbiospa20 actuypenren habesptecn	Se podrían alcanzar los objetivos europeo y nacional de EERR sin subvenciones? Insuficiente apoyo a producción biodiesel España en asignación 2014-2015 Posible relación entre partidos políticos en el gobierno y política biocarburantes? Impacto de escasa y lenta actualización planes y programas en paralización bios CAM Impacto de escasas ayudas fiscales a compra vehículos combustible flexible (FFV) en paralización bios CAM Impacto de poco estímulo uso en flotas cautivas (transporte ministerios, ...) en paralización bios CAM Impacto de no obligación estaciones servicio ofrecer mezclas etiquetadas bios en paralización bios CAM Habría sido necesario incluir impulso a biocarburantes en el Plan Azul 2013-2020 CAM? Para impulsar bios CAM: Publicación actualizada uso y producción EERR en la CAM, incluyendo bios Para impulsar bios CAM: Habilitación en web FENERCOM de espacios específicos para cada tecnología
ECONÓMICO	libermuncer aumprecoil benconredutare retcumobje20 reduin20 redinenconv mejestbios disusbios perjtransp cuobusbios reduapcomcon garanenrevele inbiosayuenren	Peso de Liberalización y desregulación de mercados mundiales cereales sobre precio alimentos Peso de Aumento precio petróleo sobre precio alimentos Eliminación temporal de ayudas a renovables en beneficio de consumidores al reducir déficit tarifa eléctrica Eliminación temporal de ayudas a renovables retrasa cumplimiento objetivos Europa 2020 (20% EERR) Eliminación temporal de ayudas a renovables reducirá las inversiones a partir de 2020 Deberían reducirse también los incentivos a la producción de energía convencional? Debería mejorarse la política de estímulo biocarburantes para aproximar consumo a capacidad instalada? El aumento tributación de biocarburantes supondrá disuadir el uso de biocarburantes El aumento tributación bios perjudicará a los sectores de transporte Debería mantenerse la cuota de autobuses EMT biocarburantes instalando catalizador de partículas? Con impulso a GNC o GLC, se promocionan combustibles fósiles. Debería moderarse este apoyo No hay garantía de procedencia limpia de electricidad vehículos eléctricos. Debería exigirse Deberían incluirse los biocarburantes en las ayudas a combustibles alternativos
AMBIENTAL	redutrpriv moderparpriv incumsostbios auminfeess formatenren impngnenobios	Para reducir emisiones GEI debería reducirse el tráfico de vehículos privados Para reducir emisiones GEI debería modernizarse el parque de vehículos privados (Planes PIVE) El incumplimiento de criterios de sostenibilidad en los biocarburantes favorece la competitividad del sector? Para impulsar bios en la CAM se debería aumentar información disponible en estaciones de servicio Para impulsar bios en la CAM ofrecer cursos formativos sobre renovables en la CAM, incluidos los bios Considera ud. Justificado utilizar gas natural o electricidad en detrimento de los biocarburantes?
TECNOLÓGICO	mejengculbios utimatpri utirsu utial modregimesp obcometibios datemiscult emisco2cult improculener habcontavu infoetiavu	Medidas alcanzar objetivos UE bios: Mejora genética cultivos biocarburantes Medidas alcanzar objetivos UE bios: Utilización de otras materias primas (residuos agrícolas, forestales,) Medidas alcanzar objetivos UE bios: Utilización RSU Medidas alcanzar objetivos UE bios: Utilización de algas Actuaciones PER para impulso bios CAM: Modificar Reglamento impuestos especiales incluyendo establecimientos autorizados mezclas biocarburantes Actuaciones PER para impulso bios CAM: Establecer obligación progresiva comercialización mezclas etiquetadas biocarburantes Actuaciones PER para impulso bios CAM: Obtención datos emisiones cultivos más representativos CAM Actuaciones PER para impulso bios CAM: Estimación flujos CO2, CH4 y N2O en parcelas cultivo Debería impulsarse la producción de cultivos energéticos en los terrenos de barbecho de la CAM? Para mejorar uso aceite reciclado CAM: Habilitación de contenedores en el municipio de Madrid Para mejorar uso aceite reciclado CAM: Distintivo informativo en el etiquetado del producto sobre reciclado

Fuente: elaboración propia.

TABLA 40

**MEDIDAS APOYADAS EN RELACIÓN AL SECTOR BIOCARBURANTES EN LA CAM
SEGÚN LOS AGENTES SOCIALES CONSULTADOS**

(frecuencias, en porcentajes)

A TECNOLÓGICO (30,83%)		A AMBIENTAL (19,08%)		A ECONÓMICO (16,57%)		A GENERAL (11,95%)		A POLÍTICO (8,29%)	
difuinibios	2,50	reduemisgei	3,08	especfin	2,31	audivmix	2,89	necestregren	2,31
impaprorsu	2,50	aumprodnabios	2,50	bengranemp	2,12	augenren	2,70	noinfomezbios	1,93
recodomavu	2,50	impcomalt	2,50	mejinfconsbios	2,12	imaltdie	2,70	difinfobios	1,35
utiacvegrec	2,50	mejrepmo	2,50	redugenenren	1,93	aelectrans	2,50	escinvers	1,35
implocbios	2,31	aumeessbios	2,31	penincum	1,73	impbios	1,16	reduobbios	1,35
difurivesvertavu	2,12	impprodbiosav	2,12	piamexbios	1,73				
fomreciavu	1,93	impbiostransur	1,54	tipoinfcomcon	1,73				
disistconcalbios	1,73	camppubbios	1,35	exenmez	1,54				
incexagprodren	1,73	impvff	1,16	defprodcer	1,35				
proybioref	1,73								
busnuculbios	1,54								
adaappvehibios	1,35								
contempgrasres	1,35								
elabprdesagroen	1,35								
obfabinfomez	1,35								
desesptecbios	1,16								
finanbiospecam	1,16								

Fuente: elaboración propia a partir de respuestas al cuestionario.

TABLA 41

**MEDIDAS MENOS APOYADAS O REBATIDAS EN RELACIÓN AL SECTOR
BIOCARBURANTES EN LA CAM POR LOS AGENTES SOCIALES CONSULTADOS**

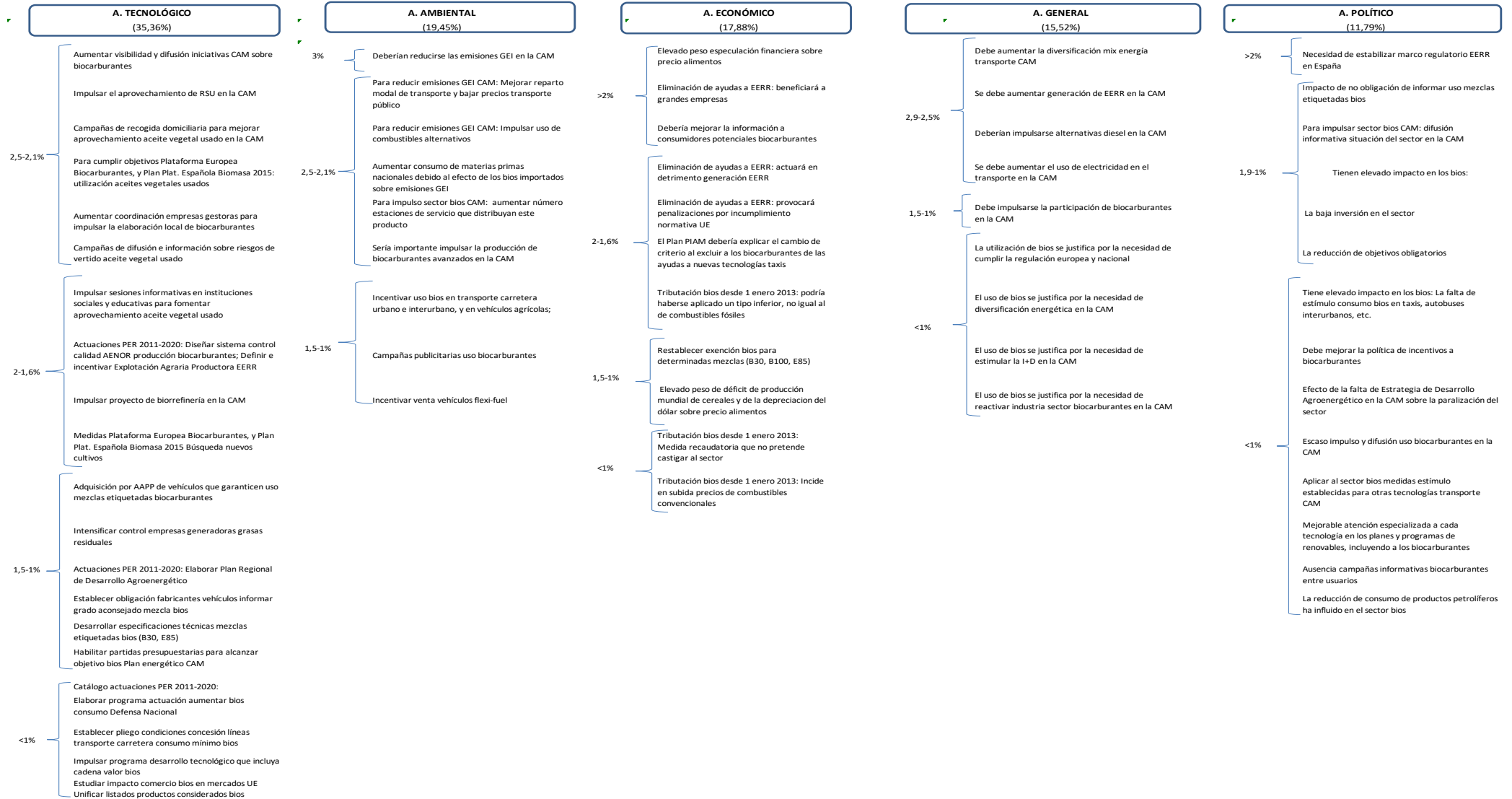
(frecuencias, en porcentajes)

A POLÍTICO (5,2%)		A TECNOLÓGICO (3,85%)		A GENERAL (3,28%)		A ECONÓMICO (0,96%)	
esttaxbus	0,96	elabprogbiosdn	0,96	cumregu	0,96	nocastbios	0,58
mejpolbios	0,77	plieconcarconbios	0,96	necdiven	0,77	aumprecomcon	0,39
elabedacam	0,58	improgdtcbios	0,77	estid	0,77	deprdol	0,00
imusobios	0,58	estimcombiosue	0,58	reacbios	0,77		
medestecn	0,58	unifprodbios	0,58				
mejaetecno	0,58						
nocaminfobios	0,58						
reduconpet	0,58						
mejestad	0,00						

Fuente: elaboración propia a partir de respuestas al cuestionario.

TABLA 42

JERARQUIZACIÓN DE MEDIDAS CONSENSUADAS PARA IMPULSAR EL SECTOR BIOCARBURANTES CAM, POR ÁMBITOS



Fuente: elaboración propia a partir de respuestas al cuestionario.

IX. SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AAE: Agencia Andaluza de la Energía
AAPP: Administraciones Públicas
AdT: Amigos de la Tierra
ACV: Análisis del Ciclo de Vida
AEESCAM: Asociación de Empresarios de Estaciones de Servicio de la Comunidad de Madrid
AIE: Agencia Internacional de la Energía
AIN: Asociación de la Industria de Navarra
AOP: Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos
APA: American Psychological Association
APPA: Asociación de Productores de Energías Renovables
ASAJA: Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores
ASINTRA: Federación Española Empresarial de Transporte de Viajeros
ATRADICE: Asociación de Empresas de Transporte de la Región Centro
BD: Biodiesel
BP: British Petroleum
CAF Madrid: Colegio de Administradores de Fincas de Madrid
CAM: Comunidad Autónoma de Madrid
CE: Comisión Europea
CEEES: Confederación Española de Empresarios de Estaciones de Servicio.
CECU: Confederación Española de Consumidores y Usuarios
CENER: Centro Nacional de Energías Renovables
CIEMAT: Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
CLH: Compañía Logística de Hidrocarburos
CNE: Comisión Nacional de la Energía, desde 2013 integrada en la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC).
CNMC: Comisión Nacional de Mercados y Competencia.
CNTSA: Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria
COAG: Coordinadora española de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos
COCEGA: Confederación General de Cooperativas Agrarias de la Unión Europea
COPA: Comité de Organizaciones Profesionales Agrarias de la Unión Europea
CORES: Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos
COSE: Confederación Agroforestal Española
CRTM: Consorcio Regional de Transportes

E: Etanol

EeA: Ecologistas en Acción

EEA: Environmental European Agency

EEUU: Estados Unidos de América

EMT: Empresa Municipal de Transportes

EPA: Environmental Protection Agency US (Agencia Americana de Protección Ambiental)

EERR: Energías Renovables

ESYRCE: Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos

ETBE: etil tert-butyl éter

FAME: ésteres metílicos de ácidos grasos (siglas en inglés)

FAO: United Nations Food and Agriculture Organization

FENADISMER: Federación Nacional de Asociaciones de Transportistas de España

FENERCOM: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.

FIAN: FoodFirst Information and Action Network

FUNSEAM: Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental

GEA: Grupo de Empresas Agrarias

GEDESMA: empresa pública Gestión y Desarrollo del Medio Ambiente de Madrid

GEI: Gases de Efecto Invernadero

GEREGRAS: Asociación Nacional de Gestores de Residuos de Aceites Vegetales y Grasas

GNC: Gas Natural Comprimido

GLP: Gas Licuado de Petróleo

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía

IFPRI: International Food Policy Research Institute.

IISD: International Institute for Sustainable Development

ILUC: Indirect Land Use Change (Cambio Indirecto del Uso de la Tierra)

IMDEA: Instituto Madrileño de Estudios Avanzados

IMIDRA: Instituto Madrileño de Investigación, Desarrollo rural, Agrario y Alimentario

INE: Instituto Nacional de Estadística

INSIA: Instituto Universitario de Investigación del Automóvil de la Comunidad de Madrid

INTIA: Instituto Navarro de Tecnología e Infraestructuras Agroalimentarias

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático

LER: Lista Europea de Residuos

MINECO: Ministerio de Economía y Competitividad

MINETUR: Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

OMC: Organización Mundial del Comercio

PAC: Política Agraria Comunitaria
PANER: Plan de Acción de Energías Renovables
PEMAR: Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos
PNIR: Plan Nacional Integral de Residuos
PBIDA: Países de Bajos Ingresos y Déficit de Alimentos
PER: Plan de Energías Renovables
PUSECC: Plan Uso Sostenible Energía y Prevención del Cambio Climático Ciudad de Madrid
RAC: Real Automóvil Club
REE: Red Eléctrica de España
REN21: Renewable Energy Policy for 21st Century.
RM: Residuos Municipales
RMB: Residuos Municipales Biodegradables
RSU: Residuos Sólidos Urbanos (denominados Residuos Municipales, RM, a partir del Programa Estatal de Prevención de Residuos de 27/11/2013. Se ha mantenido la alusión a RSU en el texto cuando así se mencionara en la fuente de los datos).
SICBIOS: Sistema nacional de Información para la Certificación de Biocarburantes
UA: Universidad de Alcalá
UE: Unión Europea
UNCTAD: Naciones Unidas, Conferencia sobre Comercio y Desarrollo
UNE-EN 230: Norma europea y española sobre combustibles de automoción. Gasolina sin plomo
UNE-EN 590: Norma europea y española sobre combustibles de automoción. Combustibles diésel
UNEP: United Nations Environmental Program
UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UPA: Unión española de Pequeños Agricultores
UPM: Universidad Politécnica de Madrid
UPNA: Universidad Pública de Navarra
URJC: Universidad Rey Juan Carlos
USDA: United States Department of Agriculture

X. BIBLIOGRAFÍA

- AAE (2011)**, *Estudio básico sobre el sector de los biocarburantes*. Agencia Andaluza de la Energía. Recuperado de: <https://ingemecanica.com/tutoriales/objetos/publicaciones/doc40506.pdf>.
- AAE (2016)**, *Los biocarburantes en Andalucía*. Agencia Andaluza de la Energía. Recuperado de: https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/documentos/los_biocarburantes_en_andalucia_noviembre_16.pdf.
- ABBC (2013)**, *Cellulosic Biofuels Industry Progress Report 2012-2013*. Washington: Advanced Ethanol Council, Renewable Fuels Association.
- AEAS (2013)**, *Estudio sobre el Agua en España*. Nota de Prensa. Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento, Madrid. Recuperado de: <http://www.aeas.es/documentos/NotaPrensaEstudioTarifas2012.pdf>
- AEE (2010)**, *Los cultivos energéticos en Extremadura*. Agencia Extremeña de la Energía. Recuperado de: <http://www.agenex.net/images/stories/deptos/los-cultivos-energeticos.pdf>
- Aguado, I., Barrutia, J.M. y Etxebarria, C. (2006)**, El desarrollo sostenible a lo largo de la historia del pensamiento económico. *X Jornadas de Economía Crítica: ¿Alternativas al capitalismo?* Universidad del País Vasco, Bilbao.
- Aguilera Klink, F.y Alcántara V. (2011)**, *De la economía ambiental a la economía ecológica* (edición electrónica revisada). Barcelona: Icaria. Madrid: Fuhem. Recuperado de: http://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/LibroEA_EE.pdf
- AIE (2007)**, *Manual de Estadísticas Energéticas*. París: Servicio de Publicaciones, Agencia Internacional de la Energía, OCDE/AIE.
- AIE (2014a)**, *Renewable Energy. Medium-Term Market Report 2014/Market analysis and forecast to 2020. Executive summary*. París: OCDE/AIE.
- AIE (2014b)**, *Energy Technology Perspectives 2014. Harnessing electricity's potencial*. París: Agencia Internacional de la Energía OCDE/AIE.
- AIE (2014c)**, *World Energy Outlook 2014. Executive summary*. París: Agencia Internacional de la Energía, OCDE/AIE.
- Alonso Mateos, J.J. (2004)**, Las posibilidades energéticas de la Biomasa. *Observatorio Medioambiental de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos*, núm. 7 pp. 195-220.
- Amigos de la Tierra (2007)**, *Documento de posicionamiento sobre Agroenergía*. Recuperado de: http://www.tierra.org/wp-content/uploads/2016/01/Posicion_Amigos_de_la_Tierra_Agroenergia.pdf.
- APPA (2004)**, *Impactos Ambientales de la Producción Eléctrica: análisis del Ciclo de Vida de ocho tecnologías de generación eléctrica*, Barcelona: Asociación Española de Productores de Energías Renovables (s.n.).
- APPA (2012)**, *Estudio del impacto macroeconómico de las energías renovables en España 2012*. Asociación de Empresas de Energías Renovables. Recuperado de: http://www.appa.es/descargas/Informe_2012_Web.pdf
- APPA (2013)**, *Estudio del impacto macroeconómico de las energías renovables en España 2013*. Asociación de Empresas de Energías Renovables. Recuperado de: http://www.appa.es/descargas/Informe_2013_Web.pdf
- APPA (2014)**, *Estudio del impacto macroeconómico de las energías renovables en España 2014*. Barcelona: Asociación de Empresas de Energías Renovables.

- APPA (2015a)**, Biocarburantes: situación y perspectivas. *Congreso vehículo y combustible alternativos*. Valladolid: Asociación de Empresas de Energías Renovables, 29 de enero de 2015.
- APPA (2015b)**, Biocarburantes: energía renovable para una movilidad sostenible en España, *Jornada “Estrategia de impulso del vehículo con energías alternativas y marco de acción nacional: visión de futuro”*. Madrid: Asociación de Empresas de Energías Renovables, 9 de julio de 2015.
- Aparicio Peña, M., y de los Ríos Carmenado, I. (2013)**, *Innovando en el desarrollo rural: estudio de viabilidad de un sistema agroenergético en Villarejo de Salvanés (Comunidad de Madrid)*. Departamento de Proyectos y Planificación Rural, Universidad Politécnica de Madrid.
- Aras, E.L. (2011)**, *Ventajas en la utilización de cultivos para la generación de biocombustibles y su impacto en la producción agrícola argentina* (Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria). Facultad de Ciencias Agrarias, Biblioteca Digital de la Pontificia, Universidad Católica de Argentina.
- Arístegui, JP (2009)**, Biofuels from the international trade perspective and the law of the WTO. *Revista de Derecho Valdivia, Vol. XXII - Nº 1*, pp. 113-134.
- Astigarraga, E. (2008)**, *El Método Delphi*. Universidad de Deusto, Facultad de CC.EE. y Empresariales. Mundaiz, 50 Apartado 1.359, E-20.080 Donostia - San Sebastian.
- ATRADICE (2005a)**, *Análisis del combustible en el sector. La alternativa de los biocarburantes*. Asociación de Empresas de Transporte de la Región Centro Recuperado de: <http://www.atradice.es/docs/BIODIESEL.pdf>
- ATRADICE (2005b)**, *Propuesta de Plan Estratégico del Transporte de Mercancías por Carretera para la Comunidad de Madrid*. Asociación de Empresas de Transporte de la Región Centro. Recuperado de: <http://www.atradice.es/docs/planestrategico.pdf>
- Bacigalupo Saggese, M (2010)**, *La distribución de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas en materia de energías renovables*. Revista d’Studis Autonomics i Federals, núm. 10, p 86-329. Barcelona.
- Berry, W. (2008)**, *Faustian Economics. Hell hath no limits*. Harper’s Magazine may 2008 pp. 35-42.
- Biofuels Digest (2011)**, *Advanced Biofuels Project Database*. Recuperado de: <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2011/11/16/free-database-download-207-advanced-biofuels-chems-projects/>.
- Boris, G. (2002)**, Reseña de “Economía ecológica y política ambiental” de Joan Martínez Alier y Jordi Roca Jusmel. *Estudios Demográficos y Urbanos*, núm. 49, pp. 239-244.
- Borja Alvarez, A. (2014)**, Por un desarrollo endógeno y sostenible para la economía española. XIV Jornadas de Economía Crítica, pp. 170-199. Universidad de País Vasco.
- Bowyer, C. (2011)**, *Anticipated ILUC Associated with Expanded use of biofuels and bioliquids in UE- An analysis of National Renewable Energy Action Plans*. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Recuperado de: http://www.ieep.eu/assets/786/Analysis_of_ILUC_Based_on_the_National_Renewable_Energy_Action_Plans.pdf.
- BP (2013)**, *Statistical Review of World Energy*. London: British Petroleum.
- BP (2014)**, *Statistical Review of World Energy*. London: British Petroleum.

- BP (2015)**, *Statistical Review of World Energy*. London: British Petroleum.
- Brown, L.R. (2006)**, *Plan B 2.0: Rescuing a Planet Under Stress and a Civilization in Trouble*. New York: Earth Policy Institute.
- Brown, L.R. (2012)**, *Full Planet, empty plates. The new geopolitics of Food Scarcity*. New York: Earth Policy Institute. Supporting Data, recuperado de: http://www.earth-policy.org/datacenter/pdf/book_fpep_ch4_all.pdf
- Buesa M., Baumert T., Heijs T. y Martínez M. (2002)**, *Los factores determinantes de la innovación: un análisis econométrico sobre las regiones españolas*. Economía industrial nº 347,202/V pp. 62-84.
- Cabrera, M., Vera, A., Cornejo J.M., Ordás, I., Tolosana E., Ambrosio Y., Martínez I., Vignote S., Hotait N., Lafarga A., y Garraza JA. (2011)**, *Evaluación del potencial de energía de biomasa. Estudio Técnico PER 2011-2020*. Recuperado de: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e14_biomasa_A_8d51bf1c.pdf
- CAF-Madrid (2014)**, *Recogida de aceite de cocina usado en Comunidades de Vecinos. Los Administradores de Fincas dan el primer paso*. Recuperado de: <http://www.reseave.es/recogida-de-aceite-de-cocina-usado-en-comunidades-de-vecinos-los-administradores-de-fincas-dan-el-primer-paso/>. *Los Administradores de Fincas demandan contenedores para la recogida de aceite de cocina usado*. Recuperado de: <http://www.inmodiario.com/175/18508/administradores-fincas-demandan-contenedores-para-recogida-aceite-cocina-usado.html>
- Campo Heredero, F.M. (2005)**, *Evaluación técnico-económica de la introducción de biocarburantes en España a partir de cultivos energéticos*. Madrid: Universidad Pontificia de Comillas (ICAI).
- Camprodon Rosanas, M., Sols Lucia, J., Florensa Giménez. A. y Martori Adrian, F. (2010)**, *Aplicación del método Delphi para determinar los criterios más relevantes de la Responsabilidad Social Empresarial en cada stakeholder*. Revista de Fomento Social nº 65, pp. 491–529.
- Cañibano Calvo, L.; Sánchez, M.P. García-Ayuso, M., y C. Chaminade (2002)** (Ed. MERITUM). *Guidelines for Managing and Reporting on Intangibles* (Intellectual Capital Report, Vodafone Foundation, Madrid 2002).
- Cañibano Calvo, L. y Sánchez Muñoz, P. (1998-2003)**, *Lecturas sobre intangibles y capital intelectual. Proyecto Meritum*. Programa Europeo Target Socio-Economic Research (noviembre de 1998-abril de 2001). Madrid: AECA. Reseña recuperada de: <http://www.uv.es/catedra-aeca/refc/125resena1.pdf>
- Carbonnier, G. y Grinevald, J. (2011)**, *Energy and development*. Revue internationale de politique de développement nº 2/2011. Recuperado de: <https://poldev.revues.org/724>.
- Catalano C.D. (2005)**, *Desarrollo Endógeno, ¿Cuánto Sabemos?* Revista económica. Maracay: INIA. Recuperado de: <http://myslide.es/documents/desarrollo-endogeno-5585dfaa26b24.html>
- Cattell, R.B. (1966)**: *Handbook of multivariate experimental psychology*. Chicago: Rand McNally.
- CE (1995)**, *ExternE. Externalities of Energy Vols. 1 Summary y 2 Methodology*. Luxemburgo: Comisión Europea.
- CE (2002a)**, *Techno-economic analysis of Bio-diesel production in the EU: a short summary for decision-makers*. Comisión Europea. Report EUR 20279 EN.
- CE (2002b)**, *Techno-economic analysis of Bio-alcohol production in the EU: a short summary for decision-makers*. Comisión Europea. Report EUR 20280 EN.

- CE (2006)**, Comunicación *Programa de trabajo de la energía renovable. Las energías renovables en el siglo XXI: construcción de un futuro más sostenible*. COM(2006) 848 final. Bruselas: Comisión Europea.
- CE (2007)**, *Una política energética para Europa* (COM(2007) 1 final, Bruselas: Comisión Europea, 10.01.2007).
- CE (2011a)**, *Hoja de Ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050*. COM(2011) 112 final. Bruselas: Comisión Europea.
- CE (2011b)**, *Europeans and Biotechnology in 2010. Winds of change?* Comisión Europea. Recuperado de: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_winds_en.pdf
- CE (2012)**, *La innovación al servicio del crecimiento sostenible: una bioeconomía para Europa*. COM(2012) 60 final. Bruselas: Comisión Europea.
- CE (2013a)**, *Communication Clean Power for Transport: a European alternative fuels strategy*. COM(2013) 17 final. Bruselas: Comisión Europea.
- CE (2013b)**, Comunicación *Energía limpia para el transporte: Estrategia europea en materia de combustibles alternativos*. COM(2013) 17 final, Bruselas: Comisión Europea.
- CE (2014)**, Comunicación *Un marco estratégico en materia de clima y energía para el periodo 2020-2030*. COM(2014) 15 final, Bruselas: Comisión Europea, 22.01.2014.
- CE (2015a)**, *Report on Renewable energy progress*, COM(2015) 293 final. Bruselas: Comisión Europea.
- CE (2015b)**, Comunicación *Cerrar el círculo: un Plan de Acción de la UE para la economía circular*. COM(2015) 614 final. Bruselas: Comisión Europea.
- CE (2015c)**, *El impacto de los biocarburantes sobre el transporte y el medio ambiente, y su conexión con el desarrollo agrícola en Europa*. Comisión Europea. Recuperado: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/513991/IPOL_STU\(2015\)513991_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/513991/IPOL_STU(2015)513991_EN.pdf)
- CFC (2007)**, *Biofuels: Strategic Choices for Commodity Dependent Developing Countries*. Amsterdam: Common Fund for Commodities.
- Charles C., Zamudio A.N., y Moerenhout T. (2013)**, *Biofuels-At what cost? A review of costs and benefits of Spain`s biofuel policies*. International Institute for Sustainable Development (IISD), Research Report. Manitoba, Canada.
- Chia-Chien Hsu (2007)**, *The Ohio State University & Brian A. Sandford, The Delphi Technique: Making Sense Of Consensus*. Oklahoma State University, Practical Assessment, Research and Evaluation, Volume 12, Number 10. Recuperado de: <http://pareonline.net/pdf/v12n10.pdf>
- CLH (2008)**, *Apuesta decidida por los biocarburantes*. Compañía Logística de Hidrocarburos. Recuperado de: <http://www.clh.es/revistasclh/numero9/html/04.htm>
- CLH (2013)**, *Nota informativa*. Compañía Logística de Hidrocarburos. Recuperado de: <http://www.clh.es/news/20130130%20BIOCARBURANTES.pdf>
- CLH (2014)**, *Nota informativa*. Compañía Logística de Hidrocarburos. Recuperado de: <http://www.clh.es/news/20140314NotaVisitaPresidenteCAM.pdf>
- CNE (2013a)**, *Estudio sobre las emisiones derivadas del consumo de carburantes en el transporte por carretera en España*. Comisión Nacional de la Energía. Recuperado de: http://www.cadenadesuministro.es/wp-content/uploads/2013/05/Estudio_Emisiones_Derivadas.pdf

- CNE (2013b)**, *Informe Anual sobre el uso de biocarburantes correspondiente al ejercicio 2011*. Comisión Nacional de la Energía. Recuperado de: http://www.cronicaeconomica.com/imagenes/fotosdeldia/20808__informe_sobre_el_uso_de_biocarburantes_correspondiente_al_ejercicio_2011.pdf
- CNMC (2014)**, *Información Básica de los Sectores de la Energía*. Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. Recuperado de: https://www.cnmc.es/Portals/0/Ficheros/Energia/Publicaciones_Anuales/Informacion_basica_de_los_sectores_de_la_energia_2014.pdf
- CNMC (2016)**, *Estadísticas del mercado de hidrocarburos líquidos, Estadística de Biocarburantes*. Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia.
- CNMC**, *Estadísticas de Productos Petrolíferos*. Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. Recuperado de: <https://www.cnmc.es/es-es/energ%C3%ADa/hidrocarburos%C3%ADquidos/estad%C3%ADsticadelmercado.aspx?p=3&ti=Productos%20petroliferos>
- COAG (2007)**, *Informe sobre Las verdaderas causas de la subida de precio de los cereales; consecuencias para el sector agrario*. Madrid: Confederación de Organizaciones Agrarias y Ganaderas.
- Coalición del Clima, Coordinadora ONG para el desarrollo en España y Plataforma Rural (2015)**, *Carta al Gobierno para reformar las políticas europeas de agrocombustibles para reducir sus impactos sociales, climáticos y ambientales*. Recuperado de: <https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/carta-ministros-agrocombustibles.pdf>
- Coase, R. H. (1937)**, *The nature of the firm*. *Economica*, 4:386-405.
- Coase, R.H. (1960)**, *El problema del costo social*, *The journal of Law and Economics*, pp. 1-44, Universidad de Chicago.
- Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid (2016)**, *Inventario de Emisiones a la Atmósfera 1990-2014*. Recuperado de: http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_InfPractica_FA&cid=1114186137241&language=es&pagename=ComunidadMadrid%2FEstructura&pv=1114189280882
- CRTM-CAM (2013)**, *Informe Anual 2013*. Consorcio Regional de Transportes de la Comunidad de Madrid. Recuperado de: http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename%3DInforme+anual+2013_reducido.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1352873020415&ssbinary=true
- CORES (2015)**, *Balance de producción de productos petrolíferos*. Madrid: Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos. Recuperado de: <http://www.cores.es/sites/default/files/archivos/publicaciones/informe-estadistico-anual-2015.pdf>
- CORES**, *Estadísticas*. Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos. Recuperado de: <http://www.cores.es/es/estadisticas>
- Correa Restrepo F., Vasco Ramírez AF., y Pérez Montoya C. (2005)**, *La curva medioambiental de Kuznets: evidencia empírica para Colombia. Semestre Económico, volumen 8, número 15 enero-junio 2005*. Universidad de Medellín, Colombia. Recuperado de: <http://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1104/1075>

- Cuadros Salcedo, L. (2014)**, *Guía de los cultivos energéticos en Extremadura*. Badajoz: Agencia Extremeña de la Energía.
- Dalkey, Norman y Helmer, Olaf (1962)**, *An experimental application of the Delphi method to the use of experts*. Rand Corporation, Santa Monica, California, USA, Memorandum RM-727/1, Abridged Recuperado de: http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_memoranda/2009/RM727.1.pdf
- De Paula, G. y Lorenzo. C. (2009)**, Inseguridad energética y gestión de recursos naturales estratégicos: análisis de la política de biocombustibles en Argentina en el contexto global. *UNISCI Discussion Papers*, núm. 20, pp. 60-77.
- De la Torre Ugarte, D.G. (2006)**, Bioenergy and agriculture: promises and challenges. *Developing bioenergy: economic and social issues, Focus 14, brief 2 of 12*, Washington D.C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Dufey, A. y Stange, D. (2011)**, *Estudio regional sobre la economía de los biocombustibles en 2010: temas clave para los países de América Latina y el Caribe*. Proyecto GER/08/007. Mexico: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Dufey A., Vermeulen S. y Vorley, W. (2007)**, *Biofuels: Strategic Choices for Commodity Dependent Developing Countries*. London: International Institute for Environment and Development.
- Earth Policy Institute (2010)**, *Ethanol and Biofuels Report*, vol. 8, no. 13, p. 265. Washington D.C: Worldwatch Institute.
- Earth Policy Institute (2013)**, *Eco-economy and carbon emissions indicators*. Recuperado de: <http://www.earth-policy.org/indicators/C52>
- EBTP-SABS (2014)**, *Report on Barriers to Biofuels Deployment in Europe*, FP7-ENERGY-2013-IRP. Bruselas: European Biofuels Technology Platform- Support for Advanced Biofuels Stakeholders.
- Ecologistas en Acción (2013)**, *Los biocarburantes o biocombustibles líquidos*. Recuperado de: <https://ecologistasenaccion.org/article18227.html>
- EEA (2016)**, *Renewable energy in Europe 2016. Recent growth and knock-on effects*. Report No 4/2016. Luxembourg: European Environmental Agency, Publications Office of the European Union.
- EMT (2010)**, *Informe de gestión 2010*. Empresa Municipal de Transportes de Madrid. Recuperado de: <https://www.emtmadrid.es/Ficheros/InformeGestion2010>
- EMT (2013)**, *Informe anual de responsabilidad social corporativa 2013*. Madrid: Empresa Municipal de Transportes de Madrid.
- Escribano Francés, G. (2012)**, Desarrollo energético sostenible y energías renovables. *Revista de Economía. Información Comercial Española (ICE) n° 864*, págs. 73-84.
- Espejo Marín, C. (2009)**, *Los biocarburantes en España. Un sector en desarrollo*. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, ISSN 0212-9426, N°. 50 pp. 111-134.
- EFIB (2015)**, 8º Encuentro Annual. Bruselas: European Forum for Industrial Biotechnology and the Bioeconomy, 27 a 29 de octubre de 2015.
- EurObserver (2013)**, *European Biofuels Barometer julio 2013*. Recuperado de: <https://www.eurobserv-er.org/pdf/2013/EurObserver-Biofuels-Barometer-2013-EN.pdf>
- EurObserver (2015)**, *European Biofuels Barometer julio 2015*. Recuperado de: <https://www.eurobserv-er.org/pdf/2015/EurObserver-Biofuels-Barometer-2015-EN.pdf>

- Eurostat (2016)**, *Estadísticas de la Energía*.
- FAO (2004)**, *Terminología unificada sobre la bioenergía, TUB. Terminología de los dendrocombustibles sólidos*. Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Departamento Forestal, Dendroenergía. Roma.
- FAO (2007)**, *Sustainable Bioenergy: a framework for decision makers*. Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, UN-Energy. Recuperado de: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1094e/a1094e00.pdf>
- FAO (2008a)**, *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Biocombustibles: perspectivas, riesgos y oportunidades*. Roma, Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO (2008b)**, *Conferencia de Alto Nivel sobre la seguridad alimentaria mundial: los desafíos del cambio climático y la bioenergía (HLC/08/INF/3)*. Roma, Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO (2008c)**, *Bosques y energía: cuestiones clave*. Estudio FAO Montes, 154. Roma, Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139s/i0139s00.pdf>
- FAO (2011, y 2013)**, *Perspectivas alimentarias*. Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de: <http://www.fao.org/giews/reports/food-outlook/es/>
- FAO (2012)**, *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Invertir en la agricultura para construir un mundo mejor* (ISSN 0251-1371) Roma, Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO (2013)**, *Los biocombustibles y la seguridad alimentaria*. Informe del Grupo de Alto Nivel de Expertos en Seguridad Alimentaria y Nutrición, Comité de Seguridad Alimentaria Mundial (CSA-HLPE 2013). Roma, Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Fargione, J., Polanski, S., J., Hill, J., Tilman, D. y Hawthorne, P. (2008)**, Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science* Vol. 319 no. 5867, pp. 1235-1238.
- Fenercom (2007)**, *Guía de la Bioenergía*. Madrid: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid y Obra Social de Caja.
- Fenercom (2008)**, *Guía de la energía en el sector del automóvil*. Madrid: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid.
- Fenercom (2009)**, *Balance Energético de la Comunidad de Madrid 2009*. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Recuperado de: <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Balance2009-fenercom-2011.pdf>
- Fenercom (2013a)**, *Balance y Estrategia Energética de la Comunidad de Madrid*. Madrid: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 3 de diciembre de 2013. Recuperado de: <http://www.fenercom.com/pages/pdf/formacion/II-Infraestructuras-Energeticas/00-Balance-y-estrategia-energetica-de-la-Comunidad-de-madrid-CM-fenercom-2013>
- Fenercom (2013b)**, *Proyecto Oileco. Valorización energética del aceite usado de cocina*. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Recuperado de: <https://www.fenercom.com/pdf/informacion/consejos/reciclaje-aceite-usado-de-cocina-oileco-fenercom-2013.pdf>

- Fenercom (2014)**, *Balance Energético de la Comunidad de Madrid 2013*. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Recuperado de: <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Balance-2013-fenercom-2014.pdf>
- Fenercom (2015)**, *Balance Energético de la Comunidad de Madrid 2014*. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Recuperado de: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Balance-Energetico-de-la-Comunidad-de-Madrid-fenercom-2015.pdf>
- Fernández González, J. (1982)**, La agricultura como fuente productora de energía. *Revista Agricultura y Sociedad* n° 24, pp. 157-179.
- Fernández González, J. (1995)**, Agroelectricidad en la Comunidad de Madrid. Posibilidades de desarrollo. *Revista agropecuaria* n° 761, pp. 979-984.
- Fernández González, J. (2002)**, Barreras para el desarrollo del empleo de los Biocombustibles Sólidos y Líquidos. *Jornadas sobre Aportación de la Biomasa al desarrollo de las energías renovables*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDEA). Madrid, 12-13 diciembre.
- Fernández, J., Lucas, H. y Ballesteros, M. (2005)**, *Biocarburantes*. Fenercom, Cuadernos Energías Renovables para todos. Recuperado de: <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/cuadernos-energias-renovables-para-todos-biocarburantes.pdf>
- Fernández, J. (2012)**, La Biomasa como recurso energético. *Jornada sobre Capacidades de Investigación Pública en la Comunidad de Madrid en Energías Renovables*. ETSIA Universidad Politécnica de Madrid, 24 de mayo de 2012.
- Fernández Sanjuan, V., Pérez-Caballero Abad, A., Luengas Rivero, P., y Magallón Grande, X.**, *Commodities agrícolas y biocombustibles*, Recuperado de: <http://www.barcelonaschoolofmanagement.upf.edu/documents/Tesina-Commodities-agricolas-y-biocombustibles.pdf>
- Fisher Boel, M. (2008)**, *Biocarburantes: más valiosos como carburantes que como chivos expiatorios*, Discurso pronunciado el 6 de mayo de 2008 en Bruselas (Comisaria Europea para la Agricultura y el Desarrollo Rural). Recuperado de http://www.appa.es/descargas/prensa/Discurso%20de%20Mariann%20Fischer%20Boel%20-%202006-05-2008_vd.pdf
- FoodFirst Information y Action Network (FIAN) (2009)**, *Azúcar roja, desiertos verdes*. Heidelberg, Alemania: FIAN Internacional. Recuperado de: http://observatoridesc.org/sites/default/files/AzucarRoja_desiertos_verdes_0.pdf
- Funseam (2012)**, *La red de transporte y almacenamiento de hidrocarburos líquidos de CLH*. Informe estratégico de la fundación para la sostenibilidad energética y ambiental. Barcelona: Fundación para la sostenibilidad energética y ambiental.
- Funseam (2014)**, *Hacia un nuevo modelo de negocio de los biocarburantes*. Informe estratégico de la Fundación para la sostenibilidad energética y ambiental. Barcelona: Fundación para la sostenibilidad energética y ambiental.
- Furlan, A. (2013)**, *Territorial development and electric power endogenous powers in electric power management. The atlantic Cost case in the province of Buenos Aires*. "Grand Ouest" days of Territorial Intelligence IT-GO, ENTI. pp. 24-26.
- Furtado, A. (2009)**, *Biocombustibles y comercio internacional: una perspectiva latinoamericana*. Proyecto GER/05/001. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- García Benedicto, L. (2004)**, *Desarrollo de un modelo multicriterio-multiobjetivo de ofertas de energías renovables: aplicación a la Comunidad de Madrid* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Monte, Departamento de Ingeniería Forestal. Madrid.
- García Camús, J.M. y García Laborda, J.A. (2006)**, *Biocarburantes líquidos: biodiesel y bioetanol. Informe de vigilancia tecnológica*. M-44.826-2006. Madrid: Comunidad de Madrid, Dirección General de Universidades e Investigación.
- Garraín D., Herrera I., Lago C., y Lechón Y., (2012)**, Producción de aceite vegetal hidrotratado en España: conformidad con la Directiva 2009/28/CE en el ahorro de emisiones GEI. XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Valencia, 11-13 de julio de 2012.
- Gasparatos, A., Stromberg , P. y Takeuchi, K. (2011)**, Biofuels, ecosystem services and human wellbeing: Putting biofuels in the ecosystem services narrative. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 142/2011) pp. 111–128.
- Georgescu-Roegen, N. (1975)**, Energy and Economic Myths. *Southern Economic Journal*, Vol. 41, No. 3, pp. 347-381.
- Georgescu-Roegen, N. (1977)**, ¿Que puede enseñar a los economistas la termodinámica y la biología? *Atlantic Economic Journal*, V, pp. 13-21.
- Godoy-Bonilla, S.P., Roldán García, A.F., y Sánchez, H.A. (2013)**, *Red de gestión del conocimiento en el área de biocombustibles líquidos BIOred*, Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 11 No. 2 (pp. 137-147).
- Gómez Ramos, A., Rico González, M., y Olmedilla Pérez, S. (2011)**, *Contribución de un modelo de producción bioenergética a escala local al desarrollo del medio rural. El caso de la comarca de Odra-Pisuerga* (Burgos). Centro de Estudios sobre la despoblación y desarrollo de áreas rurales (CEDDAR). Recuperado de http://www.ceddar.org/content/files/articulo_f_337_01_DT2011-4.pdf
- GreenPeace (2008)**, *Posición sobre criterios de sostenibilidad de los biocombustibles*. Recuperado de: <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/posicion-de-greenpeace-sobre-b.pdf>
- Grupo de Empresas Agrarias (GEA) (2015)**, *Proyecto empleo, agricultura, biodiesel, transporte y cambio climático. Informe 2015*. Recuperado de: <http://www.geadigital.com/Memoria2015.pdf>
- Grupo Intergubernamental de expertos sobre cambio climático (IPCC) (2002)**, *Cambio climático y biodiversidad* (Documento técnico V). Australia: Universidad Nacional; Cuba: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente; y Banco Mundial.
- Guerrero, R., Marrero G.A., y Puch, L.A. (2012)**, Economía de los biocombustibles líquidos, en *Cuadernos económicos de Información Comercial Española (ICE)* n° 83, pp. 141-163.
- Hamelinck, C. et al. (2012)**, *Renewable Energy progress and Biofuels sustainability*. Recuperado de: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2013_renewable_energy_progress.pdf
- Hardin, G. (1968)**, The tragedy of the Commons. *Science*. 162: 1243-1248.
- Harold A. Linstone y Murray Turoff (2002)**, *The Delphi Method. Techniques and Applications*. University of Southern California, Recuperado de: <http://is.njit.edu/pubs/delphibook/delphibook.pdf>

- Heijs, J. (2001)**, *Sistemas nacionales y regionales de innovación y política tecnológica: una aproximación teórica*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid.
- Helbling, T. (2012)**, *Externalities: Prices Do Not Capture All Costs*. Finance & Development, International Monetary Found. Recuperado de: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/basics/external.htm>
- Hernández Sampieri, R. y Fernández Collado, C. (1997)**, *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hidalgo E. (2010)**, *Frenazo al biocarburante*. Recuperado de: http://elpais.com/diario/2010/05/11/sociedad/1273528801_850215.html
- Huber, G.W, y Dale, B.E. (2009)**, *Grassoline: Biofuels beyond Corn*. Scientific American Magazine, July 2009 pp. 52-59. Recuperado de: <https://sinewsservice.wordpress.com/grassoline-scientific-american-article/>
- Huguet, M. (2000)**, Globalización y orden mundial, *Cuadernos de Historia Contemporánea*, número 22, pp. 399-410.
- Humphrey, A.S. (2005)**, *SWOT Analysis for Management Consulting*. Stanford Research Institute –SRI International-, Alumni Association, December 2005 newsletter).
- IDAE (2007)**. *Biomasa. Cultivos energéticos*. Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- IDAE (2009)**, *Ahorro y eficiencia energética en los cultivos energéticos y agricultura*. Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- IDAE (2010a)**, *Informe del Reino de España relativo al cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 19.2 de la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Recuperado de: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Informe_Art.19.2_Directiva_2009_28_CE_9faa1f63.pdf
- IDAE (2010b)**. *Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Recuperado de: <http://www.minetad.gob.es/energia/es-ES/Novedades/Paginas/PER2011-2020Voll.aspx>
- IDAE (2011)**, *Boletín de Energías Renovables 2010*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Recuperado de: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Boletin_de_Energias_Renovables__1._Datos_2010._2011_12FINAL_a242d62f.pdf
- IDAE (2014)**, *Combustibles para una movilidad urbana sostenible. Alternativas en el Sector Transporte*. Jornada celebrada en Madrid, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 21 de mayo de 2014.
- IDAE**, *Informe Estadístico de Energías Renovables*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Recuperado de: <http://informeestadistico.idae.es/>
- IEA (2008)**, *Bio-based Chemicals. Value added products from biorrefineries*. Bioenergy, Task 42: Biorrefineries. The Netherlands: International Energy Agency.
- IEA (2014)**, *Renewable Energy. Medium-Term Market Report. Analysis and Forecast to 2020*. París: International Energy Agency, OCDE-IEA.
- IFPRI (2006)**, *Bioenergy and Agricultura: Promises and challenges*. Focus 14, Brief 1 of 12. Washington DC: International Food Policy Research Institute.

- IMDEA-Energía (2014)**, *Workshop Biotecnología para la producción de energía*. Madrid: Instituto Madrileño de Estudios Avanzados, 6 mayo 2014.
- INE**, *Estadísticas de Investigación y Desarrollo (I+D)*. Instituto Nacional de Estadística
Recuperado de:
http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254735576669
- Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid**, *Anuario Estadístico*. Recuperado de: <http://www.madrid.org/iestadis/fijas/efemerides/anu8516nt.htm>
- Jackobs, M. (1997)**, *La economía verde. Medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*. Barcelona: Ed. Economía Crítica.
- Jank, M., Kutas G., G.do Amaral G. y Nassa, A. (2009)**, *EU and U.S. Policies on Biofuels: Potential Impacts on Developing Countries*. Washington DC: The German Marshall Fund of the United States.
- Jiménez Herrero, L., y Leiva, A. (2010)**, *Informe Empleo Verde en una economía sostenible*. Madrid: Fundación Biodiversidad/Observatorio de la Sostenibilidad en España.
- Koschatzky K. (2000)**: *The regionalisation of innovation policy in Germany –theoretical Foundations and recent experience*. Working Papers Firms and Region, n.º 1, Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, Arbeitspapiere Unternehmen und Region.
- Kucharz, T. (2008)**, *Agro(bio)combustibles. Por qué no nos salvarán*. CIP-Ecosocial, Año I, n.1. Madrid: Centro de Investigación para la Paz.
- Landeta Rodríguez J., Matey de Antonio J. y Ruiz Herrán V. (2003)**, *Aplicación del Método Delphi en la elaboración de la tabla simétrica de las tablas input-output 2001 de Cataluña*. Instituto de Economía Aplicada a la Empresa de la Universidad del País Vasco. Bilbao: IEAE.
- Landeta Rodríguez, J. (2006)**, *Current validity of Delphi method in social science*. Technological Forecasting & Social Change 73, pp.467–482.
- Landeta Rodríguez J, Barrutia (2011)**. *People consultation to construct the future: a Delphi application*, International Journal of Forecasting pp. 134–151. Institute of Applied Business Economics of the University of the Basque Country.
- Lechón, Y., Herrera, I., Lago, C., Sánchez López, J., y Romero Cuadrado, L. (2011)**, *Evaluación del balance de gases de efecto invernadero en la producción de biocarburantes. Estudio Técnico PER 2011-2020*. Madrid: IDAE.
- López Martínez, JM; Garcia Sánchez, JA; Sánchez Alejo F.J., y Flores Holgado, N. (2012)** *Análisis comparativo de ciclo de vida de autobuses urbanos Euro 4 con sistema de postratamiento de gases de escape* (DYNA 87 (1): 45-57). Madrid: INSIA.
- Lozano Cano, Y. (2009)**, *Estudio de mercado: Viabilidad de los biocombustibles: biodiesel y bioetanol*. Programa de Doctorado Ciencia e Ingeniería Agrarias. Albacete: ETSI, Universidad de Castilla-La Mancha.
- Lubieniechi S, y Smyth S. (2012)**. *Barriers to Biofuels in Canada: Results of an Expert Delphi Survey*. Canada: University of Saskatchewan.
- Lundvall, B-A. (2000)**, *Promoting innovation systems as a response to the globalizing learning economy, Proyect: Local Productive Clusters and Innovations Systems in Brazil: New industrial and technological policies*. Aalborg University. Dinamarca.

- Lundvall, B-A. (2005)**, National Innovation Systems-analytical concept and development tool. *DRUID Tenth Anniversary Summer Conference 2005 on Dynamics of industry and innovation: organizations, networks and systems*. Copenhagen, Denmark.
- Mandil, C. y Shihab-Eldin, A. (2010)**, *Assessment of biofuels. Potential and limitations*. International Energy Forum (IEF). Recuperado de: https://www.ief.org/_resources/files/events/biofuels-assessment-report/ief-biofuels-report.pdf
- Mapama (2016a)**, *Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera 1990-2014*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Recuperado de: http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/nir_ed2016_def_tcm7-417776.pdf
- Mapama (2016b)**, *Emisiones GEI por Comunidades Autónomas a partir del Inventario español. Serie 1990-2014*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Recuperado de: http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/resumenemisionesgeiporccaaserie1990-2014_tcm7-418336.pdf
- Markowitz, H. (1952)**, *Portfolio Selection*. Journal of Finance, Vol. 7, No. 1, pp. 77-91.
- Martínez Alier, J. (2006)**, *Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad*. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica nº 13.
- Martínez Alier, J. (2008)**, *Conflictos ecológicos y justicia ambiental*. Papeles de relaciones ecosociales y cambio social nº 103, pp. 11-27.
- Martínez Carazo, P.C. (2006)**, El método de estudio de caso. Estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y Gestión* nº 20, pp. 165-193.
- Martínez Ortega RM., Martínez Ortega M., Tuya Pendás LC., Pérez Abreu A., y Cánovas AN. (2009)**, *El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman*. Revista Habanera de Ciencias Médicas v.8 n.2. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2009000200017
- Martínez Sánchez A., Bayod Rújula AA., y Pérez Pérez M. (2002)**, *La industria de la energía eólica en España. Tecnología y desarrollo regional endógeno*. Boletín Económico ICE nº 2740, pp. 19-29.
- Meine, C. (2008)**, *CHN at work: Bringing perspective to the Biofuels debate*. Minding Nature Journal, Volum. 1, nº 1. Chicago: Center for Humans & Nature.
- Mesa N.A., Saravia Marthon L. y Cortegoso J.L. (2010)**, *La prospectiva como una herramienta para orientar la planificación estratégica del sistema energético*. IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar, 5/11/ 2010. Salta, Argentina: INENCO, Instituto UNSA- CONICET.
- Mestre Martínez, V. (2005)**, *Externalidades de la Energía: Análisis de la Biomasa*, (Diploma de Estudios Avanzados del Programa de doctorado en Economía y Gestión de la Innovación). Universidad Autónoma de Madrid.
- Meuleman, B., Turkenburg, W., van Wijk, A., Bauen, A., Rosillo-Calle, F., y Hall, D. (1998)**, *Externalities of biomass based electricity production compared to power generation from coal in the Netherlands*. Biomass and bioenergy vol. 14, no. 2, pp. 125-147.
- Minetur (2012)**, *La energía en España 2012*. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Recuperado de: http://www.minetur.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia_en_Espana-2012.pdf

- Minetur (2014)**, *La energía en España 2014*. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Recuperado de: http://www.minetur.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/La_Energ%C3%ADa_2014.pdf
- Mitchel, D., (2008)** *A note on rising food prices*, The World Bank Development Prospects Group, Policy Research Working Paper 4682.
- Montes Torralba, R. (2010)**, *Los biocombustibles en la política energética europea: los retos de la estrategia energética europea para el año 2020*. Madrid: Fundación Alternativas, Estudios de Progreso 55/2010.
- Muñoz Baena, P (2013)**, *Estudio técnico-económico de una planta de producción de biodiesel* (Proyecto fin de carrera). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid.
- North, D.C. (1990)**, *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: University Press.
- OCDE (2007)**, *Trends on Global Food Markets: What Is the Significance of Biofuels?*. Policies against Hunger: Bioenergy and food security. Berlin: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 17 diciembre 2007. Recuperado de: <http://www.oecd.org/agriculture/40100621.pdf>
- OCDE-FAO (2011)**, *Perspectivas agrícolas 2011-2020*. México: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos-Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- OCDE-FAO (2013)**, *Agricultural Outlook 2013-2022*. México: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos-Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- OCDE-FAO (2015)**, *Agricultural Outlook 2014-2023*. México: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos-Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Odarda, O.E, y Santa Cruz, G.O. (2011)**, Panorama sobre el mercado de biocombustibles en China. Pekín: Consejería Agrícola Embajada Argentina en la República Popular China, DOC/CAP/014-2011 Rev.1.
- Ölz, S., Sims, R. y Kirchner, N. (2010)**, Contribution of renewables to energy security. International Energy Agency (IEA), *Information Paper*. Paris: OCDE/IEA.
- OMC (2001)**, *Declaración Ministerial de Doha*. WT/MIN(01)/DEC/1. Doha: Organización Mundial del Comercio, 20 de noviembre de 2001.
- Ostrom, E., Guha-Khasnobis, B. and Kanbur, R. (2005)**, *Beyond formality and informality*. Introduction to the forthcoming EGDI-WIDER volume Linking the Formal and Informal Economy: Concepts and Policies. England: Oxford University Press.
- Ostrom, E. (2008)**, *Institutions and the Environment*. Economics Affairs, Vol 28, Issue 3, sept. 2008, pp. 24-31.
- Ostrom, E. (2009)**, *El gobierno de los bienes comunes desde el punto de vista de la ciudadanía. Genes, Bytes y Emisiones: Bienes Comunes y Ciudadanía*, Fundación Heinrich Böll, Cap. III, págs. 268-278. El Salvador: Silke Helfrich.
- Oxfam (2012)**, *El lado oscuro del comercio mundial de cereales* (Informes de Investigación, Reino Unido, agosto 2012).
- Oxfam (2012)**, *Las semillas del hambre*, Informe nº 161. Oxford: Oxfam Internacional.

- Pawlowski Suzanne D., y Okoli Chitu (2004)**, *The Delphi Method as a Research Tool: An Example, Design Considerations and Applications*. Information and Management, volume 42, Issue 1, Pages 15–29. Recuperado de: <http://spectrum.library.concordia.ca/976864/1/OkoliPawlowski2004DelphiPostprint.pdf>
- Poza Lara, C (2005)**, *Análisis estadístico multivariante por CCAA: diferencias y similitudes* (U.A. Nebrija, Madrid 2005)
- REE (2014)**, *El Sistema Eléctrico Español 2014*. Madrid: Red Eléctrica de España. Recuperado de: http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/inf_sis_elec_ree_2014_v2.pdf
- REE (2015)**, *El Sistema Eléctrico Español 2015*. Madrid: Red Eléctrica de España. Recuperado de: <http://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/informe-anual/informe-del-sistema-electrico-espanol-2015>
- REN21 (2015)**, *Global status report 2015*. South Africa International Renewable Energy Conference, SAIREC, 2015. Paris: Renewable Energy Policy Network for 21st Century, Secretariat.
- Rober, B. (2002)**, *Institutional reforms for growth, employment and social cohesion: elements of a European and national agenda*, The New Knowledge Economy in Europe, pp. 146-202, Cheltenham-USA.
- Romero Cuadrado, L. (2013)**, *Potencial de la producción de bioelectricidad de las Comarcas Agrarias de la Comunidad de Madrid en base a centeno y triticale* (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.
- Ronning, C., Robertson, P., Pett-Ridge, J., y Udvardi, M. (2014)**, *Research for Sustainable Bioenergy: Linking Genomic and Ecosystem Sciences*. Workshop Report, U.S. Department of Energy, Office of Science, DOE/SC-0167. U.
- Rosegrant, M.W. (2008)**, *Biofuels and Grain Prices: Impacts and Policy Responses*. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Washington DC.
- Sáez, R., Cabal, H. y Varela, M. (1999)**, *Costes y beneficios externos de la energía. Metodologías, resultados e influencia sobre la competitividad de las energías renovables*. Informes Técnicos, 894. Madrid: Centro de Investigaciones Energéticas y Medioambientales (CIEMAT).
- Sáez, R., Lechón, Y., Cabal, H., Lago, C., de la Rúa, C., y Fernández, M. (2005)**, *Análisis del Ciclo de Vida de combustibles alternativos para el transporte (Fase I). Análisis del ciclo de vida comparativo del etanol de cereales y de la gasolina. Energía y Cambio climático (Fase II)*. Centro de Investigaciones Energéticas y Medioambientales (CIEMAT). Madrid: Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Medio Ambiente.
- Sánchez Astillero, M. (2010)**, *Actuaciones de promoción y fomento de los biocarburantes en Andalucía. Claves para el fomento de los biocarburantes: distribución y comercialización*. Huelva: Agencia Andaluza de la Energía.
- Sánchez Muñoz, P., y Salazar Elena J.C. (2010)**, *El Papel de la Innovación en el Nuevo Modelo Económico Español*, (Universidad Autónoma de Madrid, Cátedra UAM-Accenture en Economía y Gestión de la Innovación, 2010).
- Schumpeter, J.A. (1939)**, *Business cycles. A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*. New York, Toronto, London: McGraw-Hill Book Company.

- Serna, F., Barrera, L., y Montiel, H. (2011)**, *Impacto social y económico en el uso de biocombustibles*. Journal of Technology Management & Innovation J. Technol. Manag Innov., Volume 6, Issue I, pp.100-114.
- Smith, A. (1776)**, *Investigación de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. Valladolid. Recuperado de: https://www.marxists.org/espanol/smith_adam/1776/riqueza/smith-tomo1.pdf
- Social Watch (2012)**, *Informe sobre Desarrollo sustentable: el derecho a un futuro* (Nueva York, 15/12/2012).
- Soliño Millán, M. (2004)**, *El Método Delphi: aplicación a la Economía de los Recursos Naturales en España*. Universidad de Vigo, V Congreso de Economía Agraria, Santiago de Compostela, 15-17 septiembre.
- Solís Trapero, E., Ureña Francés JM. y Corrochano Ruiz-Apiláñez, B. (2012)**, *Transformación del Sistema Urbano Territorial en la Región Central de la España Peninsular: la emergencia de la Región Metropolitana Policéntrica Madrileña*. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Depósito Legal: B. 21.741-98. Vol. XVI, núm. 420.
- Sollow, R.M. (1956)**, *A Contribution to the Theory of Economic Growth*. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 70, No. 1, pp. 65-94.
- Steinert, M. (2008)** *A dissensus based online Delphi approach: an explorative research tool*. University of Fribourg/Switzerland, Faculty of Economics and Social Sciences.
- Stiglitz, J. E. (1974)**, Growth with exhaustible natural resources: the competitive economy. *Review of Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources*, Vol. 41, pp. 139-152.
- Suárez, J. y Martín, G. J (2010)**, *Producción de agroenergía a partir de biomasa en sistemas agroforestales integrados: una alternativa para lograr la seguridad alimentaria y la protección ambiental*. Pastos y Forrajes v.33 n.3 Matanzas jul.-sep. 2010 (Biomasa-Cuba 2010).
- Sukhdev, P., Wittmer, H., y Miller, D. (2014)**, *La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB): desafíos y respuestas*, en Helm D. y Hepburn C., *Nature in the Balance: the Economics of Biodiversity*. Oxford: Oxford University Press.
- Terrádez Gurrea, M. (2012)**, *Análisis de Conglomerados*. Proyecto e-Math. Universidad Oberta de Catalunya. Recuperado de: <https://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Cluster.pdf>
- Terrón, J.A. (2014)**, *Guía sobre eficiencia energética en la movilidad y el transporte urbano. Proyectos en la flota de transporte urbano EMT de Madrid*. Madrid: EMT.
- Turner, B.L. (2010)**, *Indirect land-use changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil*. Proceedings of National Academy of Science –PNAS-, vol 107, nº 8, pp. 3388-3393.
- UN (2015)**, *Proyecto de documento final de la Cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la Agenda para el Desarrollo después de 2015*. Sexagésimo noveno período de sesiones. Naciones Unidas. Recuperado de: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85>
- UNEP (2009)**, *Towards sustainable production and use of resources. Assessing Biofuels*. International Panel for Sustainable Resource Management. París: Naciones Unidas, Programa de Medio Ambiente.
- UNEP (2016)**, *Global trends in renewable energy investment 2016*. Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. Alemania: Naciones Unidas, Programa de Medio Ambiente.

- Unión General de Trabajadores (UGT 2012)**, *Situación energética de la Comunidad de Madrid*. Madrid: Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- UNCTAD (2006)**, *El mercado emergente de biocombustibles: consecuencias normativas, comerciales y desarrollo*. Nueva York y Ginebra: Naciones Unidas, Conferencia sobre Comercio y Desarrollo.
- UNCTAD (2016)**, *Second Generation Biofuel Markets: state of play, trade and developing country perspectives*. Switzerland: Naciones Unidas, Conferencia sobre Comercio y Desarrollo.
- Urteaga, L. (1985)**, *La economía ecológica de Martínez Alier*. Documents d'Analisi Geografica, 7, pp. 193-205.
- USDA (2012)**, *UE Biofuels Annual Report 2012*. United States Department of Agriculture, Global Agricultural Information Network (GAIN), Report nº NL2020.
- USDA (2013)**, *India biofuels annual 2013*. United States Department of Agriculture, Global Agricultural Information Network (GAIN), Report nº IN3073.
- USDA (2014)**, *UE Biofuels Annual Report 2014*. United States Department of Agriculture, Global Agricultural Information Network (GAIN), Report nº NL4025.
- Vázquez Barquero, A. (1999)**, *Desarrollo, redes e innovación. Lecciones sobre desarrollo endógeno* (Colección Economía y Empresa, Ediciones Pirámide, Madrid 1999).
- Vázquez Barquero, A. (2000)**, Desarrollo endógeno y globalización. *EURE*, vol. XXVI, núm. 79. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Vázquez Barquero, A. (2005)**, *Las nuevas fuerzas del desarrollo*. Barcelona: Antoni Bosch Editor.
- Vázquez Barquero, A. (2007)**, *Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial*. Investigaciones Regionales. 11 – pp. 183 a 210.
- Vázquez Barquero, A. (2014)**, *Os territórios inovadores: espaços estratégicos do desenvolvimento*, Crítica e Sociedade: Rev. de cultura política. v. 4, n. 2, pp. 52-71.
- Vázquez Barquero, A. y Rodríguez-Cohard JC. (2016)**, *Endogenous development and institutions: challenges for local development initiatives*. Environment and Planning C: Government and Policy 2016, vol. 34(6), pp. 1135-1153.
- Vázquez Barquero, A. (2016)**, *Desarrollo endógeno e instituciones: complejidad en un mundo global*. Conferencia en Universidad de Almería (16 de diciembre de 2016).
- Veltz, P. (1999)**, *Mundialización, ciudades y territorio*. Barcelona: Ariel Geografía.
- Villalba Romero, I. (2005)**, *Impacto de las variables medioambientales en la valoración de puestos de trabajo: un nuevo modelo de valoración con aplicación al sector de artes gráficas*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes.
- Vito, IIASA, Cicero, K.U. Leuven y IUCN-Netherlands (2013)**, *The impact of EU consumption on deforestation. Main results*. Recuperado de: http://ec.europa.eu/environment/forests/impact_deforestation.htm
- Wehrich, H. (1982)**, The TOWS matrix- A Tool for Situational Analysis. *Long Range Planning*, Vol 15, Issue 2, p. 65. University of San Francisco.
- Woods, J. y Read, P. (2005)**, *Renewable Energy for Development. Policy Debate on Global Biofuels Development*. Partners for Africa. Stockholm Environment Institute (ISSN 1101-8267).

World Energy Council (2010), *Biocombustibles. Políticas, estándares y tecnologías. Resumen ejecutivo* (ISBN: 978 0 946121 03 8, London 2010).

World Wild Found (2013), *Informe de emisiones de gases con efecto invernadero 1990-2012* (WWF, 2013).

Yin, R.K. (1994), *Case Study Research – Design and Methods* (Applied Social Research Methods, Vol. 5, 2nd ed. London: Sage Publications.

Ziolkowska, J, Meyers, W., y Meyer, S. (2010), Targets and mandates: lessons learned from EU and US biofuel enforcement mechanisms, *The Journal of Agrobiotechnology Management et Economics*, Volume 13, n° 4, article 13. Center for Agricultural and Rural Development (CARD) at Iowa State University and Center for National Food and Agricultural Policy (CNFAP) at the University of Missouri-Columbia.

REGULACIÓN NORMATIVA ESPAÑOLA

Ayuntamiento de Madrid, Área de Gobierno de Medio Ambiente, Seguridad y Movilidad (2008), *Plan de uso sostenible de la Energía y prevención del Cambio Climático de la Ciudad de Madrid 2008* (PUSSEC 2008). *Informe de Ejecución*. Recuperado de:
<http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/EspeInf/EnergiayCC/02PECCH/Ficheros/InfEje2013PUSECC.pdf>

Ayuntamiento de Madrid, Área de Gobierno de Medio Ambiente, Seguridad y Movilidad (2012), *Plan de calidad del Aire de la ciudad de Madrid 2011-2015*. Recuperado de:
<http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/CalidadAire/Ficheros/PlanCalidadAire2012.pdf>

Ayuntamiento de Madrid, Área de Gobierno de Medio Ambiente, Seguridad y Movilidad (2014), *Plan de uso sostenible de la Energía y prevención del Cambio Climático de la Ciudad de Madrid. Horizonte 2020* (PUSECC 2014). Recuperado de:
<http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/EspeInf/EnergiayCC/02PECCH/Ficheros/PECCH2020.pdf>.

CNMC (2015), *Informe sobre el Proyecto de Real Decreto de fomento de biocarburantes y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte*. IPN/DE/012/15, Madrid: Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. Recuperado de:
https://www.cnmc.es/Portals/0/Ficheros/Energia/Informes/150716_IPN%20DE%20012%2015%20RD%20Biocarburantes%20informe.pdf

Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid (2007), *Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid* (2006-2016). Recuperado de:
http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_InfPractica_FA&cid=1354573338955&idConsejeria=1109266187260&idListConsj=1109265444710&idOrganismo=1142359945104&language=es&pagename=ComunidadMadrid%2FEstructura&pv=1354609674323&sm=1109266100977

Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid (2011), *Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad Autónoma de Madrid 2007-2013*.

Consejo de Ministros de 11 de noviembre de 2011, *Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020*. Recuperado de:
<http://www.idae.es/index.php/id.670/reلمenu.303/mod.pags/mem.detalle>

- Ley 38/1992**, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales. BOE núm. 312, de 29/12/1992.
- Ley 5/2003**, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid (BOCM 76 de 31/03/2003).
- Ley 12/2007**, de 2 de julio, por la que se modifica la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos, con el fin de adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/55/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior del gas natural. *BOE núm. 158*, de 3 de julio de 2007.
- Ley 15/2012**, de 27 de diciembre, de Medidas Fiscales para la Sostenibilidad Energética. *BOE num. 312*, de 28 de diciembre de 2012.
- Ley 11/2013**, de 6 de julio, de medidas de apoyo al emprendedor y de estímulo del crecimiento y de la creación de empleo. *BOE num. 179*, de 27 de julio de 2013.
- Mineco (2015)**, *Estrategia Española de Bioeconomía. Horizonte 2030*. Ministerio de Economía y Competitividad. Recuperado de: <http://bioeconomia.agripa.org/download-file/b28644c1-9033-4599-9a08-d47366826037/documento-reunioacute3bn-9-de-julio-de-2015>.
- Minetur (2011)**. *Plan de Acción Nacional Energías Renovables de España (PANER) 2011-2020*. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Recuperado de: http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable/Documents/20100630_PANER_Espanaversion_final.pdf
- Orden 665/2014**, de 3 de abril, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se aprueba la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid 2013-2020. Plan Azul +. *BOCAM n°97*, Madrid 25 de abril de 2014.
- Orden IET/822/2012**, de 20 de abril, por la que se regula la asignación de cantidades de producción de biodiesel para el cómputo del cumplimiento de los objetivos obligatorios de biocarburante. *BOEn° 96*, de 21 de abril de 2012.
- Orden ITC/2877/2008**, de 9 de octubre, por la que se establece un mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte. *BOE núm. 248*, de 14 de octubre de 2008.
- Orden MAM/304/2002**, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. *BOE n° 43*, 19 de febrero de 2002.
- Real Decreto 1481/2001**, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 1700/2003**, de 15 de diciembre, por el que se fijan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo, y el uso de biocarburante. *BOE n° 307*, 24 de diciembre de 2003.
- Real Decreto 61/2006**, de 31 de enero, por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes. *BOE n° 41*, 17 de febrero de 2006.
- Real Decreto 1088/2010**, de 3 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, en lo relativo a las especificaciones técnicas de gasolinas, gasóleos, utilización de biocarburantes y contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo. *BOE n° 2015*, 4 de septiembre de 2010.

- Real Decreto 1738/2010**, de 23 de diciembre, por el que se fijan objetivos obligatorios de biocarburantes para los años 2011, 2012 y 2013. *BOE núm. 312*, de 24 de diciembre de 2010.
- Real Decreto 459/2011**, de 1 de abril, por el que se fijan los objetivos obligatorios de biocarburantes para los años 2011, 2012 y 2013. *BOE núm. 79*, de 2 de abril de 2011.
- Real Decreto 1597/2011**, de 4 de noviembre, por el que se regulan los criterios de sostenibilidad de los biocarburantes y biolíquidos, el Sistema Nacional de Verificación de la Sostenibilidad y el doble valor de algunos biocarburantes a efectos de su cómputo. *BOE n° 267*, 5 de noviembre de 2011. Texto Consolidado: última modificación: 5 de diciembre de 2015.
- Real Decreto-Ley 1/2012**, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos. *BOE núm. 24*, de 28 de enero de 2012.
- Real Decreto-Ley 4/2013**, de 22 de febrero, de medidas de apoyo al emprendedor y de estímulo del crecimiento y de la creación de empleo. *BOE núm. 47*, de 23 de febrero de 2013.
- Real Decreto 287/2015**, de 17 de abril, por el que se regula la concesión directa de subvenciones para la adquisición de vehículos eléctricos en 2015. *BOE núm. 93*, 18 de abril de 2015.
- Real Decreto 1085/2015**, de 4 de diciembre, de fomento de los Biocarburantes. *BOE núm. 291*, de 5 de diciembre de 2015.
- Resolución de 20 de enero de 2009**, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) para el período 2008-2015. *BOE num. 49*, de 26 de febrero de 2009.
- Resolución de 25 de octubre de 2013**, de la Dirección General de Política Energética y Minas, se publica la propuesta de lista definitiva de las plantas o unidades de producción con cantidad de producción de biodiesel asignada para el cómputo del cumplimiento de los objetivos obligatorios de biocarburantes. *BOE num. 266*, 6 de noviembre de 2013.
- Resolución de 24 de enero de 2014**, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se publica la lista definitiva de las plantas o unidades de producción de biodiésel con cantidad asignada para el cómputo de los objetivos obligatorios de biocarburantes. *BOE núm. 30*, de 4 de febrero de 2014.
- Resolución de 29 de abril de 2015**, de la Secretaría de Estado de Energía, se determina la fecha de finalización del periodo de carencia para la aplicación del periodo transitorio para la verificación de la sostenibilidad de los biocarburantes y biolíquidos. *BOE núm. 103* de 30 de abril de 2015.

REGULACIÓN NORMATIVA EUROPEA

- CE (1997)**, Comunicación de la Comisión Energía para el Futuro: Fuentes de Energía Renovable. *Libro Blanco para una Estrategia y un Plan de Acción Comunitarios*. COM(1997) 0599. Bruselas: Comisión Europea.
- CE (2000)**, *Libro Verde: Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético*. COM (2000) 769 final. Bruselas: Comisión Europea.
- CE (2005)**, *Plan de Acción sobre Biomasa*. COM (2005) 628 final. Bruselas: Comisión Europea.
- CE (2006a)**, *Estrategia de la Unión Europea para los Biocarburantes*. COM(2006)34 final. Bruselas: Comisión Europea.
- CE (2006b)**, Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo, *Programa de Trabajo de la Energía Renovable. Las energías renovables en el siglo XXI: construcción de un futuro más sostenible*. COM(2006) 848 final. Bruselas: Comisión Europea
- Directiva 70/220/CEE**, del Consejo, de 20 de marzo de 1970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros en materia de medidas que deben adoptarse contra la contaminación del aire causada por los gases procedentes de los motores de explosión con los que están equipados los vehículos a motor. *Diario Oficial n° L 076* de 06/04/1970.
- Directiva 2003/30/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo, de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte. *Diario Oficial de la Unión Europea L123/42-46*. Bruselas, 8 mayo de 2003.
- Directiva 2009/28/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE. *Diario Oficial de la Unión Europea L 140/16-62*. Bruselas, 23 de abril de 2009.
- Directiva 2009/30/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, por la que se modifica la Directiva 98/70/CE en relación con las especificaciones de la gasolina, el diésel y el gasóleo, se introduce un mecanismo para controlar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, se modifica la Directiva 1999/32/CE del Consejo en relación con las especificaciones del combustible utilizado por los buques de navegación interior y se deroga la Directiva 93/12/CEE. *DOUE L140/88* Bruselas, 5 de junio de 2009. *DOCE L 140/88-113*. Bruselas, 5 de junio de 2009.
- Directiva 2014/94/UE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2014, relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos. *DOCE L307/1-20*. Bruselas, 28 de octubre de 2014.
- Directiva 2015/1513/UE**, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de septiembre de 2015, por la que se modifican la Directiva 98/70/CE, relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo, y la Directiva 2009/28/CE, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Reglamento (CE) n° 443/2009**, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, por el que se establecen normas de comportamiento en materia de emisiones de los turismos nuevos como parte del enfoque integrado de la Comunidad para reducir las emisiones CO₂ de los vehículos ligeros. *DOCE L140/1-15*, 5 de junio de 2009.

Reglamento (CE) nº 599/2009 del Consejo, de 7 de julio de 2009, por el que se establece un derecho *antidumping* definitivo sobre las importaciones de biodiesel originario de Estados Unidos. *Diario Oficial de la Unión Europea* L179/26, de 10 de julio de 2009.

Reglamento (UE) nº 490/2013 de la Comisión, de 27 de mayo de 2013, por el que se establece un derecho *antidumping* provisional sobre las importaciones de biodiesel originario de Argentina e Indonesia. *Diario Oficial de la Unión Europea* L141/6, de 10 de julio de 2009.

Reglamento de Ejecución (UE) 157/2013 del Consejo, de 18 de febrero, que establece un derecho *antidumping* definitivo sobre las importaciones de bioetanol originario de los Estados Unidos de América. *Diario Oficial de la Unión Europea* L49/10, de 28 de mayo de 2013.

Resolución (2013) del Parlamento Europeo, 2 de julio 2013, sobre la innovación al servicio del crecimiento sostenible: una bioeconomía para Europa. *DOCE* C75/41-46.

Resolución Legislativa (2013) del Parlamento Europeo, de 11 de septiembre de 2013, sobre la propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se modifican la Directiva 98/70/CE relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo, y la Directiva 2009/28/CE relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. *P7_TA(2013)0357*.

“La Tierra no es una mera productora de mercancías, sino el lugar al que pertenecemos.... La gestión de los recursos naturales implica consideraciones éticas sobre los bienes comunes, futuras generaciones, otras especies, y la Tierra, como un todo”

Meine, C. 2008.

DEDICATORIA

A mis padres, maestros de lo cotidiano.

A Paco, Victoria y Sara, mi familia, por ser una inspiración constante en mi vida.

A Nieves Mestre, Marta Galiano y Emma Cerviño, hermana y amigas, doctoras, por su ayuda imprescindible.

AGRADECIMIENTOS

El programa de doctorado en Economía, Gestión de la Innovación y Políticas Tecnológicas me ha aportado conocimiento, pero sobre todo una perspectiva más amplia que me ha permitido comprender y valorar con más criterio cuestiones relacionadas con el medio ambiente, mi vocación.

Pero quiero expresar mi agradecimiento de forma concreta:

Al profesor A. Vázquez Barquero, director de esta tesis, por su paciencia en este recorrido. Por su enseñanza académica y guía hasta la meta.

A Juan Carlos Salazar, doctor en Economía y profesor asociado en la Facultad de CC. Económicas de la UAM, por su disponibilidad y la revisión técnica del trabajo.

A todos los expertos que han participado en el Cuestionario Delphi, sin cuya colaboración no habría sido posible completar esta investigación.

A Paloma Sánchez Muñoz –Catedrática de Economía Aplicada de la UAM- y Rosa Sáez –Responsable de Análisis de Sistemas Energéticos, CIEMAT-, cotutoras del DEA en 2005, y parte del proceso de desarrollo de esta tesis.

A Mercedes Ballesteros, Juan Carlos Salazar y Antonio Hidalgo, por formar parte del tribunal de tesis.